

University of Groningen

Historische landschapsecologie van Noordoost-Twente

Smeenge, Harm

DOI:
[10.33612/diss.134199426](https://doi.org/10.33612/diss.134199426)

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2020

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):
Smeenge, H. (2020). *Historische landschapsecologie van Noordoost-Twente: Acht interdisciplinaire studies op het snijvlak van aardkunde, ecologie en cultuurhistorie (ca. 13.000 BP – heden)*. [, Rijksuniversiteit Groningen]. University of Groningen. <https://doi.org/10.33612/diss.134199426>

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Hoofdstuk 6

Plaggenbodems en plaggenlandbouw:
nutriëntendisbalans in de omgeving van de Mekkelhorst
tussen 1300 en 1500 AD



6.1. Inleiding en probleemstelling

Inleiding

De bodem en het landschap van Twente, zoals die in de loop van de prehistorie en middeleeuwen zijn gevormd, moeten vanaf het einde van de middeleeuwen ingrijpend zijn veranderd als gevolg van de ontwikkeling van de intensieve plaggenlandbouw. Deze omslag had niet alleen betrekking op de akkerlandschappen zelf, die met plaggenmest werden opgehoogd, maar zeker ook voor al die groenlanden, bossen en heidevelden waar eeuwenlang op heel intensieve wijze strooiselmateriaal is gewonnen of plaggen zijn gestoken. De bovengrond van deze gebieden is herhaaldelijk afgetopt en de vegetatie is zonder twijfel sterk beïnvloed. Vanwege de enorme schaal en grote intensiteit waarop deze plaggenlandbouw ook in Oost-Nederland heeft plaatsgevonden, kan een nadere studie naar de landschapshistorisch-ecologische aspecten van dit fenomeen niet ontbreken in dit proefschrift.

Het Pleistocene rivierduin van de Mekkelhorst op de oostoever van de Dinkel is een oude bewoningslocatie. Archeologische gegevens geven aanwijzingen voor bewoning vanaf de ijzertijd (hoofdstuk 2). De buurschap Mekkelhorst verscheen al in de 10^{de} eeuw in de goederenregisters van de Duitse rijksabdij in Werden aan de Ruhr en werd als *Mikulunhurst* aangeduid (fig. 6.1).⁷⁹¹



Figuur 6.1. De Mekkelhorst omvat feitelijk twee grote Pleistocene rivierduinen, waartussen een oude Dinkelgeul op de achtergrond zichtbaar is. Vanuit de aanwezige vroeg-middeleeuwse erven lijkt dit één van de oudste cultuurlandschappen van Noordoost-Twente.

Dit betekent dat dit cultuurgebied al in de vroege middeleeuwen in een interregionaal routenetwerk lag. Deze naam verwijst naar een grote begroeide hoogte in moerassig terrein. *Mikilon* is Germaans voor “groot” en *hursti* een “met struikgewas begroeide hoogte”.⁷⁹² Tegenwoordig is de grote horst ook nog een kenmerkende landschapsvorm, maar zijn moerassen veranderd in weilanden. Bomen en struiken komen alleen langs de steilranden van de akkercomplexen voor.

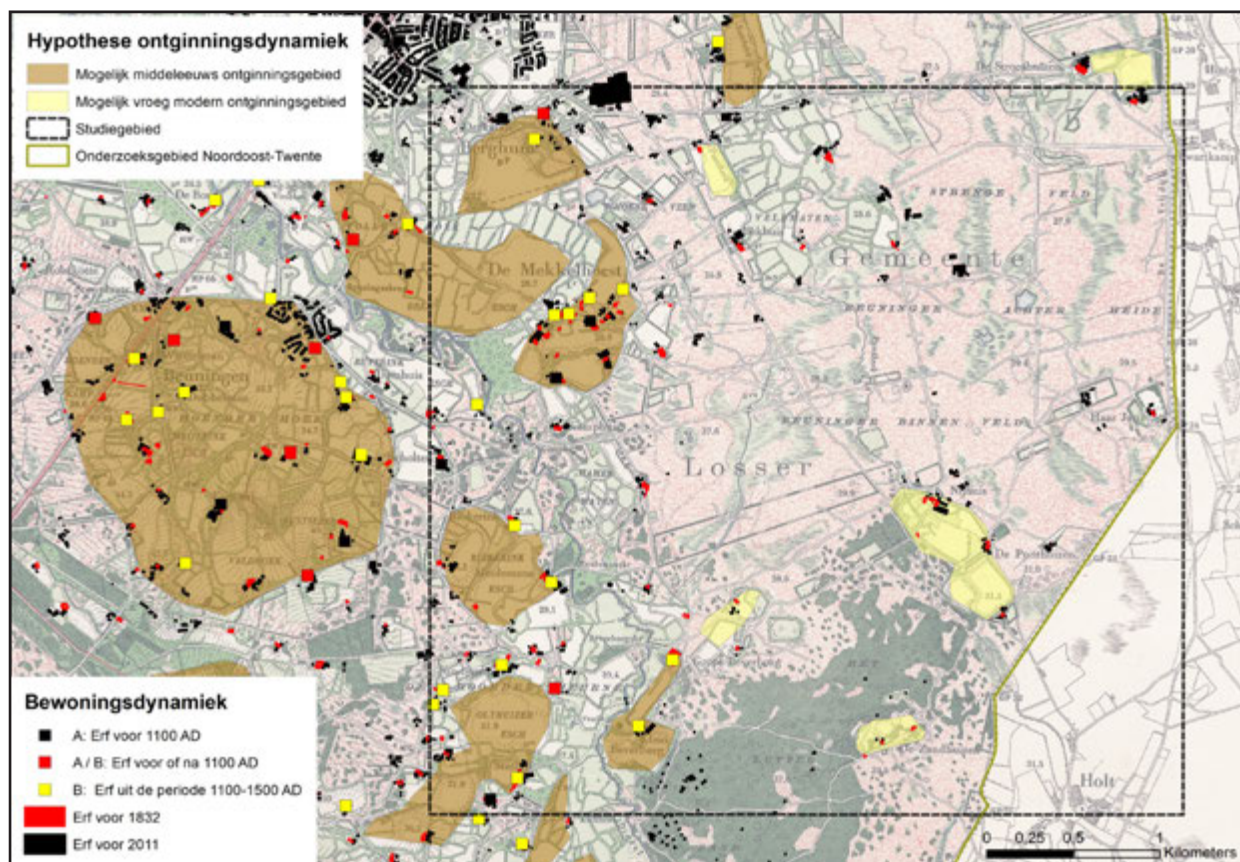
Vanuit de gereconstrueerde lange termijnontwikkeling van het nederzettingspatroon (hoofdstuk 2) blijkt in het studiegebied van Beuningen en De Lutte vanaf de middeleeuwen een duidelijke kolonisatiefase in oostelijke richting. In het westelijke deel liggen grote zandruggen (>10 ha), waar een groep boeren hun broodgranen verbouwden. Deze gebieden worden *essen* genoemd. Op kleine zandruggen (<10 ha) zijn plaggendecken meestal binnen individuele

⁷⁹¹ Kötzschke, 1906, p. 294; Slichter van Bath, 1944, deel II, p. 207.

⁷⁹² Van Berkel en Samplonius, 1989 p. 119.

ontginningen aangelegd en etymologisch gezien als *kamp* aangeduid.⁷⁹³ De chromotopografische kaart van 1901 AD biedt een scherp ruimtelijk overzicht van de landschappelijke opbouw van erven, akkers, groenlanden en ongecultiveerde heide- en moerasgebieden (fig. 6.2). Vooral voor de akkers biedt de bodemkaart een ruimtelijk overzicht voor gebieden waar plaggenlagen zijn aangelegd.⁷⁹⁴ Plaggenlagen zijn historische ophogingslagen die in de omgeving van de akkers werden gestoken en voorafgaand aan de kunstmest als meststof voor de akkers zijn gebruikt.⁷⁹⁵ Op de bodemkaart zijn plaggenlagen meer dan 50 cm dikte als een enkeerdgrond (EZ) aangegeven. Gronden met een plaggendeck van 30-50 cm dik heten onder meer laarpodzolgronden (cHn), looppodzolgronden (cY) en kamppodzolgronden (cHd).⁷⁹⁶

Vanuit het kolonisatiepatroon is aangenomen dat de ouderdom van de erven een eerste indicatie geeft over de ouderdom van de akkers. De overzichtelijke fasering in dit studiegebied biedt daarom ideale mogelijkheden om de verschillen in de stratigrafische opbouw van de bodem, de ouderdom daarvan, de bodemchemische kenmerken van de natuurlijke bodem, fossiele cultuurlaag en plaggenlagen, de afgeleide paleoecologische kenmerken en de historische kenmerken van het landgebruik te onderzoeken (fig. 6.2).



Figuur 6.2. Overzicht van middeleeuwse en vroeg-moderne erven en cultuurgebieden, gebaseerd op de regionale reconstructie van het bewoningspatroon (hoofdstuk 2) en de plaggenbodems op de 1:50.000 bodemkaart. De middeleeuwse en vroeg-moderne ontginningen zijn ontleend aan de chromotopografische kaart van 1901 AD. De middeleeuwse erven (<1500 AD) zijn als stip en zijn de latere erven uit gevectoriseerde kadastrale bestanden (1832 en 2011 AD) als vlak weergegeven.

Stand van het onderzoek

Overzicht van de Europese plaggenlandbouw - Spek heeft in 2004 een uitgebreide stand van zaken gegeven over de lange termijnontwikkeling van open akkercomplexen in Noordwest-Europa en de opkomst van de plaggenlandbouw. Uit zijn onderzoek kwamen de volgende inzichten naar voren:

- Het verspreidingsgebied van de plaggenlandbouw was veel groter dan de aanvankelijk aangenomen beperking

⁷⁹³ Spek, 2004, p. 663-665, etymologische betekenis vanaf de late middeleeuwen tot heden.

⁷⁹⁴ Ebberts & Van het Loo, 1992, bodemkaart 1:50.000.

⁷⁹⁵ Spek, 2004, p. 816.

⁷⁹⁶ De Bakker & Schelling, 1989, p. 38, 125, 141.

- tot de Noordwest-Europese laagvlakte en omvatte vrijwel de gehele Atlantische westkust van Europa;
- Vanuit de bodemgenese is een driedeling aangebracht in de opbouw van de plaggenbodems: 1) het begraven natuurlijke bodemprofiel; 2) de overgangslaag tussen het begraven natuurlijke profiel en plaggendek en 3) het plaggendek. De lagen 2 en 3 vormen het cultuurdek. Het begraven natuurlijke profiel is een bodemarchief van het landschap voorafgaand aan de ontginning. De overgangslaag (fossiele cultuurlaag) bevat informatie over de ontginning en het landschap voorafgaand aan de plaggenbemesting. Het plaggendek biedt informatie over de landbouw en het landschap tijdens de plaggenlandbouw.
- Het blijkt dat de plaggenlandbouw een belangrijke ontwikkeling heeft doorgemaakt, die is in de middeleeuwen begonnen met een organische fase. Hierbij benutte men bosstrooisel, maaisel van varens, heide en organische heideplaggen als meststof. Vanaf circa 1650 AD gebruikte men zandhoudende plaggen.
- Plaggendekken (ophogingsdek met plaggenlagen en bouwvoor) komen voor in gebieden waar zandhoudende plaggen zijn toegepast, een veel kleiner areaal, waarbij Noordoost-Twente toevallig in het centrum ligt;
- De “1 mm per jaar”-theorie bleek op basis van koolstofdateringen en biostratigrafische gegevens onbetrouwbaar en onhoudbaar. Na evaluatie van maar liefst 16 dateringsmethoden dateert de opkomst van minerale plaggenlandbouw in Zuid-Nederland uit de late 14^{de} of 15^{de} eeuw, in Midden-Nederland uit de 15^{de} tot 16^{de} eeuw en in Noord-Nederland uit de 16^{de} of 17^{de} eeuw.⁷⁹⁷

Spek beschrijft dat er een grote kennisachterstand is over de opbouw, ontstaansgeschiedenis en historische informatiewaarde van plaggenbodems. Hij beschrijft Twente zelfs als een “witte vlek” en beveelt een verder dateringsonderzoek met behulp van de OSL-methode aan.⁷⁹⁸

Overzicht van de Twentse plaggenlandbouw - Kort na het verschijnen van Speks overzicht kwamen Groenewoudt en Scholte Lubberink met een overzicht van de plaggenbodems in Oost-Nederland. Volgens deze onderzoekers liggen de oudste dorpsessen op rijker dekzand of rivierduinzand met een moderpodzolgrond als basis van de plaggenbodem.⁷⁹⁹ Vanuit continuïteit van archeologische gegevens hebben ze een classificatie van oude naar jongere ontginningen opgesteld:

- a) De oudste ontginningen waren regionale bewoningskernen gelegen aan beek- en rivierdalen. Ze bestaan uit grote (> 50 ha), langdurig bewoonde essen, waarin een cultuurlaag of doorwerkte moderpodzolgrond voorkomt;
- b) Mogelijk secundaire bewoningskernen hadden een discontinue bewoning, gelegen op grote (>50 ha) essen. Ze liggen hoofdzakelijk op humuspodzolgronden, waarop een cultuurlaag ontbreekt;
- c) Vermoedelijke overloopgebieden lagen op middelgrote tot kleine (25-50, < 10 ha) ruggen en waren slechts incidenteel bewoond. Soms is er wel een fossiele cultuurlaag aanwezig;
- d) De jongste ontginningen zijn de kampontinginningen (eenmansessen, <10 ha), waarbij laat- of post-middeleeuwse huisplaatsen aan de rand voorkomen en een cultuurlaag ontbreekt.⁸⁰⁰

Tot op heden zijn er maar weinig onderzoekers die zich met de aanleiding van de plaggenlandbouw hebben bezig gehouden. Uit het overzicht van Groenewoudt en Scholte Lubberink blijken de meeste plaggendekken in Twente tussen de 80 en 100 cm dik, maar zijn er uitzonderingen van 150 tot 200 cm dik. De plaggendekken werden aangelegd op holtpodzolgronden, veldpodzolgronden, haarpodzolgronden, beekkeerdgronden, keileemgronden en zelfs op zeer slecht te bewerken Tertiaire kleigronden op de Oost-Twentse stuwwallen.⁸⁰¹

Historisch onderzoek - Hoe de plaggenlandbouw in elkaar stak, blijkt voor een deel uit historische beschrijvingen uit het onderzoeksgebied Noordoost-Twente. Een unieke bron vormt de beschrijving van Freiherr von Bönninghausen. Hij was landbouwdeskundige met botanische interesses en beschreef in 1817 de Twentse landbouw. Zijn werk is vanuit een samenwerking tussen de Stichting Heemkunde Albergen en professionele onderzoekers van Wageningen University & Research en de Vrije Universiteit van Berlijn uitgewerkt en geïnterpreteerd.⁸⁰² Bieleman bestudeerde de gegevens van Von Bönninghausen en betrok daarbij andere gegevens, waaronder die van de geoloog en landbouwkundige Staring uit 1845 en landbouwstatistieken uit 1877.⁸⁰³ Uit zijn analyse bleek dat ten behoeve van de roggeteelt morsplaggen werden gebuikt. Dit zijn plaggen die afkomstig waren uit laaggelegen rijkere terreindelen. Von Bönninghausen beschreef ze ook als “op kleigrond geslagen schollen of graszoden”. Staring beschreef ook de toepassing van “groene schollen, die in een ongelooflijke groote hoeveelheid, met slechts weinig diergelijken mest

797 Spek, 2004, p. 726; 734; 815-821; 988-992.

798 Spek, 2004, p. 992.

799 Groenewoudt & Scholte-Lubberink, 2007, p. 55-57.

800 Groenewoudt & Scholte-Lubberink, 2007, p. 55-60.

801 Groenewoudt & Scholte-Lubberink, 2007, p. 69-72, waarbij Van der Westeringh, 1970; Van der Hammen, 1965; Mûcher, Slotboom en er Veen, 1989 in Noordoost-Twente detailstudies hebben verricht.

802 Thaer, 1988, p. 5-79.

803 Bieleman, 1988, p. 11-22.

vermengd jaarlijks op het land worden gebracht". In 1848 schreef Staring dat overmatige roggeteelt alleen mogelijk is door een overvloedige bemesting met plaggen, vooral plaggen op groengrond geslagen.⁸⁰⁴ Volgens Von Bönninghausen was er een verhouding tussen stalmest en plaggen van 1 op 9 á 10. Hij beschreef diverse type plaggen, die elk uit specifieke milieus werden gewonnen. Heiplaggen waren afkomstig uit hooggelegen en droge plaatsen; morsplaggen werden gestoken op lager gelegen plaatsen waarop water staat en grassen groeien; zachte of binnenplaggen staken ze langs veldwegen en bermen van bouwlanden en dikke plaggen uit laag gelegen plaatsen, deze werden gebruikt ten behoeve van bevloeiing in de hooilanden. Het plaggensteken, ophalen, doormengen en uitrijden was bijzonder arbeidsintensief en nam het grootste deel van het jaarlijkse veldwerk in beslag.⁸⁰⁵ Deze informatie is belangrijk bij de interpretatie van historische gegevens in het studiegebied. De bodemkundige Westeringh heeft een aantal essen bij Denekamp beschreven en wees ook op het kleihoudende karakter van de esgronden.⁸⁰⁶ Naast de plaggenbemesting maakte Von Bönninghausen ook melding van bemesting van turf- en plaggenas, volgens hem werd dat alleen voor de bemesting van hooilanden gebruikt en was een betere meststof dan modder uit vijvers of sloten.⁸⁰⁷

Slicher van Bath stelde in zijn werk "*Een samenleving onder spanning*" dat voor goede agrarische bedrijfsvoering een verhouding van 1:20 tussen de productiegronden (de bouw- en groenlanden) en wingebieden voor de plaggenmest (ongecultiveerde gronden) nodig was. Wanneer deze grens werd overschreden, zou er onvoldoende plaggenmest zijn voor een goede opbrengst. Deze verhouding vormde daarmee de achilleshiel voor verdere landbouwkundige ontwikkelingen aldus zijn visie.⁸⁰⁸ Hier kwam later kritiek op door Luiten van Zanden en Trompetter. Ze beargumenteerden dat deze verhouding een veel te statisch beeld geeft.⁸⁰⁹ Uit hun onderzoek kwam naar voren dat het areaal cultuurland tussen 1601 en 1726/1733 AD is toegenomen met 80% tot 100%. Het aandeel groenland en bouwland was omstreeks 1730 AD zo'n 15% tot 20% van het totale areaal. Over een wat langere periode bezien, de periode tussen 1601 en 1832 AD, was het areaal cultuurland tot 400 % toegenomen. Het aandeel groenland en bouwland was in 1832 AD 37,9% van het totale areaal. De door Slicher veronderstelde verhouding tussen bouwland en plaggengrond van 1:20 blijkt daarmee onhoudbaar en is minder statisch dan voorheen is aangenomen.⁸¹⁰

Bodemchemisch onderzoek - Waar tot op heden nauwelijks aandacht voor is geweest, is de landbouwkundige motivatie om aan zo'n intensieve bemestingsmethode te beginnen. De plaggenbodem biedt volgens Spek een bodemarchief voor de geschiedenis van de bodemvormingsprocessen.⁸¹¹ Na ontginning kwamen oorspronkelijke bodemvormende processen tot een eind en ontstonden nieuwe bodems door interactie tussen natuurlijke en antropogene processen. De meeste natuurlijke nutriëntenkringlopen werden doorbroken door verstoring van de natuurlijke strooisellaag en de humushoudende bovengrond. Omdat de beworteling van de meeste akkerbouwgewassen niet zo diep reikte als de voorgaande vegetatie bleef de bodemvorming in een bepaalde fase steken. Door het ophogen met plaggen veranderde bovendien de actieve bodem in een fossiele bodem, ook wel *paleosol* genoemd. Vervolgens is via de plaggenmest indirect veel materiaal uit andere deellandschappen opgebracht, wat opnieuw de bodemecologie van de akkers sterk veranderde. Onderzoek naar de verschillende lagen van een plaggendeek geeft vaak nieuwe inzichten in het verloop van de plaggenlandbouw en in de landschappelijke veranderingen op en rond de essen.

Tot op heden richt het bodemchemisch onderzoek zich op het organisch-stofgehalte van de plaggenbodems, de verhouding tussen koolstof en stikstof (C/N ratio) en het fosfaatgehalte.⁸¹² Pape deed in 1972 al vrij uitgebreid bodemchemisch onderzoek om verschillen tussen bruine en zwarte plaggenbodem uiteen te zetten en analyseerde het organisch-stofgehalte de C/N-ratio, het fosfaatgehalte, de kationen-uitwisselingscapaciteit, het ijzergehalte, uitwisselbaar aluminium, waterstof, pH en totaal-fosfor.⁸¹³ Recent zijn uitgebreide bodemchemische analyses gebruikt om de natuurwaarde van akkers te verbeteren, omdat de nutriënten in onbalans verkeren en de akkers daardoor overwegend soortenarm zijn.⁸¹⁴ Een onbalans in nutriënten zou wel eens een rol kunnen spelen bij de ontwikkeling van de plaggenlandbouw en vraagt daarom een verdere uitwerking, die in een van de thema's aandacht krijgt.

Dateringsonderzoek - Tot heden is de ouderdom van plaggenlagen vooral gebaseerd op koolstofdateringsonderzoek van houtskool, zaden of directe paleo-ecologische datering aan de hand van de pollencurven van boekweit (*Fagopyrum*), korenbloem (*Centaurea cyanus*) of archeologische resten in een bepaalde laag. De Amsterdamse onderzoekers Múcher,

804 Overmatig is aldus Von Bönninghausen synoniem voor jaarlijks, zonder wisselteelt of braaklegging.

805 Thaer (red), 1988, p. 48-53.

806 Van der Westeringh, 1970, p. 283-288.

807 Thaer (red), 1988, p. 52.

808 Slicher van Bath, 1957, p. 410-414.

809 Trompetter & Luiten van Zanden, 2001, p. 49-67; 139-140.

810 Trompetter en Luiten van Zanden, 2001, p. 53-59; Slicher van Bath, 1957, p. 410-414.

811 Spek, 2004, p. 817.

812 De verhouding tussen koolstof en stikstof is een maat voor het stikstofleverend vermogen bij afbraak van organische stof. PPM staat voor de eenheid parts per million.

813 Pape, 1972, p. 85-100.

814 Vogels *et al.*, 2013.

Slotboom en Ter Veen deden een interdisciplinair onderzoek aan de Posteleres in Oud- Ootmarsum. Ze stelden op basis van de boekweitcurve dat de ophoging van het plaggendek tussen 1450 en 1900 AD heeft plaatsgevonden. Spek uitte kritiek op de wijze waarop palynologische gegevens in relatie tot een rechte ijkcurve tussen deze twee punten zijn geïnterpreteerd en vervolgens cultuurhistorische interpretaties zijn gedaan.⁸¹⁵ Koolstofdateringsonderzoek blijkt onzeker door de verschillende herkomst en daarmee ouderdom van koolstofhoudend materiaal in de plaggenbodem. Van Mourik, Slotboom en Wallinga pasten OSL-dateringsonderzoek toe op het eerdere profiel van de Posteleres.⁸¹⁶ De plaggenlagen blijken vanaf het midden van de 17^{de} eeuw te zijn aangelegd, wat aansluit op de conclusies van Spek.⁸¹⁷ De resultaten tonen een voldoende korrelbleking om het OSL-sigitaal op nul te stellen en hebben een beperkte standaardafwijking tussen de 14 en 31 jaar. De onderzoekers hebben niet gekeken of deze ouderdom aansluit bij andere informatiebronnen, zoals de ouderdom van de omliggende boerderijen en de paleoecologische veranderingen in het landschap. In dit onderzoek ga ik de bruikbaarheid van OSL-dateringsonderzoek naar ouderdom van plaggendekken aan een verdere test onderwerpen.

Paleoecologisch onderzoek - Binnen het studiegebied is voor de locatie Denekamp-De Klokkenberg een pollendiagram beschikbaar.⁸¹⁸ De stratigrafische opbouw van de sectie P5 (de plaggenbodem) bevat tussen 140 en 90 cm diepte een bruingrijze cultuurlaag, die overgaat in een roodbruine laag. De top van de bruingrijze laag leverde een houtskooldatering uit een periode tussen de tweede helft van de 11^{de} en eerste helft van de 12^{de} eeuw.⁸¹⁹ Net als Spek stelde, kan deze datering als een *post quem* worden gezien. Het plaggendek kan daarmee jonger zijn. De palynologische taxa uit de veronderstelde fossiele akkerlaag en de plaggenlaag zijn in een later stadium wel bruikbaar voor een stratigrafische vergelijking met de nieuwe onderzoekslocaties.

Uit het bovenstaande blijkt dat interdisciplinair onderzoek van plaggenbodems tal van mogelijkheden oplevert om de plaggenbodems in Noordoost-Twente te toetsen aan de nieuwe inzichten van Spek. Tegelijkertijd kan een bijdrage worden geleverd aan het opvullen van kennisleemtes over de plaggenlandbouw in deze witte vlek over de opbouw, ouderdom, ontstaansgeschiedenis en historische informatiewaarde van plaggenbodems.⁸²⁰ In dit hoofdstuk wordt dat uitgewerkt door middel van een gecombineerd veldbodemkundig, bodemchemisch, paleoecologisch, historisch-geografisch én fysisch dateringsonderzoek.

Probleemstelling

Het onderzoek naar de plaggenlandbouw in Noordoost-Twente is beperkt tot een bespreking van de archeologie in relatie tot de stratigrafische opbouw en enkele losse detailstudies gericht op enkele aspecten zoals de ouderdom of de bespreking van enkele taxa. De ruimtelijke fasering van het occupatiepatroon biedt goede mogelijkheden om ontwikkeling van oude en jonge cultuurgebieden systematisch uit te werken. In andere gebieden is dat ingewikkeld, omdat oude ontginningen onder jongere ontginningsfases “verstoppt” zitten of zijn verstoord. Denk aan de grote escomplexen op de Ootmarsumse stuwwal. Ik probeer een kennisbijdrage te leveren aan de door Spek gekwalificeerde “witte vlek” die Noordoost-Twente vormt voor de opbouw, ontstaansgeschiedenis en landschapsgeschiedenis. De belangrijkste aandachtspunten zijn de fysisch-geografische opbouw van de plaggenbodems, de mogelijkheden om de diverse lagen met behulp van de OSL-techniek te dateren, een bodemchemische analyse naar de nutriëntenschaarste en tot slot de ecologische kenmerken en veranderingen van het cultuurlandschap in de omgeving van de Mekkelhorst.

Onderzoeksthema's en onderzoeksvragen

De invloed van de plaggenlandbouw op bodem, cultuurlandschap en ecologie in de omgeving van de Mekkelhorst wordt aan de hand van vijf onderzoeksthema's uitgewerkt:

Onderzoeksthema A: Stratigrafische opbouw en ouderdom van plaggenbodems: het occupatiepatroon als richting voor een verkennend bodemkundig onderzoek - Plaggenbodems bestaan in de regel uit een fossiele natuurlijke ondergrond, een overgangslaag en een plaggendek. Elk van deze drie onderdelen kan zeer divers zijn en geeft ook specifieke informatie over het vroegere landschap en de vroegere landbouw. Via veldbodemkundig onderzoek probeer ik een stratigrafisch én ruimtelijk beeld te krijgen van de plaggenbodems van de omgeving van de Mekkelhorst. Onderzoeksvragen zijn:

- Welke stratigrafische opbouw en ruimtelijke variatie kennen de plaggenbodems op de Mekkelhorst?
- Welke informatie biedt deze variatie over de geschiedenis van de akkers en de akkerbouw in het studiegebied?

815 Spek, 2004, p. 761-762.

816 Van Mourik *et al.*, 2011.

817 Van Mourik *et al.*, 2011, p. 54-60; ouderdom 1626 ± 36 AD.

818 Van der Hammen, 1965, profiel I, fig. 14.

819 Van der Hammen, 1965, GrN2815: 925±25 BP, gecalibreerd met Oxcal 4.2, IntCal13: 1032-1162 AD.

820 Spek, 2004, p. 817.

Er zijn aanwijzingen dat OSL-dateringen van plaggenbodems methodologisch gezien bruikbaar zijn voor een meer betrouwbare datering van de intensieve plaggenlandbouw ter plekke. Daarom wil ik ervaring op doen met deze dateringsmethode door de verschillende onderdelen van de plaggenbodems te toetsen aan alternatieve dateringen, zoals de afgeleide ouderdom op basis van de domaniale goederen en kenmerkende soorten uit de pollensamenstelling. Onderzoeksvragen zijn:

- Hoe oud zijn fossiele cultuurlagen en plaggendecken in Mekkelhorst volgens OSL-dateringen?
- Welke mogelijke kanttekeningen kunnen worden gezet bij de betrouwbaarheid van deze dateringen?

Onderzoeksthema B: Stikstof- en kaliumlimitatie in fossiele akkerlagen: een bodemchemische reconstructie van de plaggenlandbouw - De afgelopen decennia zijn de mogelijkheden voor bodemchemisch onderzoek sterk toegenomen en is er meer aandacht voor de door planten opneembare voedingsstoffen uit de bodem. Waar voorheen vooral aandacht was voor absolute hoeveelheden van diverse chemische elementen (stikstof, fosfor en kalium) om een indruk te krijgen van de bodemvruchtbaarheid, blijkt de ene bodem veel meer vast te houden dan een andere. Dit betekent dat in sommige gevallen mineralen snel uitspoelen en ze in andere slecht opneembaar zijn, bijvoorbeeld door binding aan ijzer waardoor ze niet voor planten beschikbaar zijn. Dit kan betekenen dat er bijvoorbeeld veel fosfor wordt gemeten, maar door hoge ijzergehalten er toch sprake is van een fosforgebrek en de vegetatiegroei afneemt. Om de motivatie voor plaggenwinning te kunnen achterhalen, is er meer aandacht nodig voor schaarste ofwel limitatie van mineralen in de diverse lagen van de onderzochte plaggenbodems. Dit geeft een indruk van de voedselrijkdom voorafgaand aan en tijdens de plaggenbemesting. Daarnaast is het maar de vraag in hoeverre plaggenlagen echte *paleosols* zijn. We kunnen hierbij denken aan het “lekken” van mobiele elementen naar dieper gelegen bodemlagen. In dat geval is er sprake van contaminatie en is het vraagstuk over voedselarmoede voorafgaand aan de plaggenlandbouw niet te beantwoorden. Onderzoeksvragen zijn:

- Is er in de begraven bodem onder de plaggendecken sprake van een onaangetaste *paleosol*, dat wil zeggen de fixatie van elementen binnen een stratigrafisch onderscheiden laag, of heeft er toch infiltratie van chemische elementen naar dieper gelegen lagen plaatsgevonden?
- Was er voorafgaand aan de plaggenbemesting sprake van limitatie in chemische elementen, waardoor de productiviteit van het gewas kon stagneren?
- Zijn er vanuit de bodemchemische analyses aanwijzingen in welke milieus/cultuurlandschapseenheden de vroegere plaggen werden gewonnen?

Onderzoeksthema C: Paleoecologische kenmerken van de plaggenbodems: een landschapsecologische reconstructie van het landschap voor en tijdens de plaggenlandbouw - De paleoecologische samenstelling van een plaggenbodem is normaal gesproken heel divers.⁸²¹ De natuurlijke bodem bevat zowel ecologische taxa van de bemonsteringsplek zelf als vanuit de omgeving, door inval van pollen. Voor de plaggenlagen komen de taxa uit de wingebieden daarbij. We krijgen hierdoor niet alleen een beeld over de vegetatiesamenstelling op en nabij de akkers, maar vermoedelijk ook een meer gedetailleerd beeld over het ecosysteem van de ongecultiveerde gebieden. Onderzoeksvragen zijn:

- Komen de lithostratigrafische verschillen van de plaggenbodem ook tot uiting in de paleoecologische gegevens?
- Welke landschapsecologische informatie is af te leiden uit de periode voor en tijdens de plaggenlandbouw?
- Zijn er vanuit hedendaagse fysisch-geografische kenmerken aanwijzingen waar afgeleide historische ecosystemen aanwezig zijn geweest?

Onderzoeksthema D: Historisch landgebruiksdynamiek voor en tijdens de plaggenlandbouw: een landschapsreconstructie op basis van historische en kartografische gegevens - Op basis van de in hoofdstuk 2 uitgewerkte historische gelaagdheid van het historische bewoningspatroon kan een indruk worden verkregen van de ontwikkeling van het cultuurlandschap. De resultaten van het dateringsonderzoek vormen daarmee ook een test op de retrospectieve reconstructie van de bewoning en cultuurlandschapsontwikkeling. Onderzoeksvragen zijn:

- Is er een verband tussen het occupatiepatroon en de ontwikkeling van de plaggenlandbouw in het onderzoeksgebied?
- Is er een relatie tussen de ophogingssnelheid van de plaggendecken en de gebruiksintensiteit van het landschap?
- Passen de etymologische en stratigrafische eigenschappen van plaggenbodems rondom de Mekkelhorst binnen de categorisering van Groenewoudt en Scholte Lubberink?
- Zijn er vanuit historische bronnen aanwijzingen over de winlocaties van de plaggen of andere vormen van mineralenbemesting?
- Welke veranderingen in het historisch-ecosysteem zijn vanuit paleoecologische gegevens en historische of kartografische gegevens af te leiden?

821 Spek, 2004, p. 817-832.

6.2. Bronnen en onderzoeksmethoden

Fysisch-geografisch onderzoek

Veldbodemkundig onderzoek - Spek beschrijft dat de ondergrond van een plaggenbodem vaak gehavend is door groundbewerking, maar in wendakkers (plekken waar de ploeg draaide) of terreindepressies vaak wel complete bodems bewaard zijn door snelle en dikke opvullingen. Intensief booronderzoek is nodig om zowel nuanceverschillen tussen bodemlagen te leren zien als ook onverstoorde bemonsteringslocaties voor daterings- en bodemchemisch onderzoek te kunnen selecteren. In dit onderzoek is een ruimtelijk beeld over de stratigrafische opbouw van plaggenbodems noodzakelijk om vervolgens de ouderdom, de bodemchemische kenmerken en de paleoecologische kenmerken te kunnen onderzoeken. Doordat er tijdens het veldbodemkundig onderzoek voldoende goed leesbare bodemprofielen zijn aangetroffen kon bodem-micromorfologisch onderzoek achterwege blijven.⁸²²

Uit een verkenning van boorgegevens uit het bodeminformatiesysteem (BIS) blijkt deze slechts voor een deel van het studiegebied gegevens te bevatten.⁸²³ Op basis van figuur 6.2. zijn middeleeuwse ontginningsgebieden in de omgeving van De Mekkelhorst en vroeg moderne ontginningsgebieden ten oosten daarvan geselecteerd. Op basis van het AHN2 en historische kaarten zijn 128 handboringen met een Edelmanboor (Ø 7 cm) verricht. Deze verkenning had als doel om de ruimtelijke opbouw van plaggenbodems in beeld te krijgen en is volgens een streeplijst met enkele aanvullende bepalingen uitgevoerd. De volgende bodemgegevens zijn geregistreerd:

- het begraven natuurlijke bodemtype;
- het wel of niet aanwezig zijn van een fossiele cultuurlaag onder het plaggendek;
- de diverse lagen van het plaggendek op basis van kleur en textuur;
- de dikte van het plaggendek.

De profielen zijn conform het Nederlandse classificatiesysteem van De Bakker en Schelling gedetermineerd.⁸²⁴ Voor het onderscheid tussen bruine en zwarte plaggenlagen zijn vanuit het classificatiesysteem grenswaarden aangegeven.⁸²⁵ Het kunnen onderscheiden heeft met behulp van de Munsell *Soil Color Charts* plaatsgevonden.⁸²⁶ Vanuit de Mekkelhorst bezien zijn uit de omliggende essen en kampen van oud naar de meest kenmerkende en gaven bodemprofielen geselecteerd. Deze profielen zijn beschreven op basis van de handleiding voor bodemgeografisch onderzoek van Ten Cate *et al.*, met nadruk op textuur, leemgehalte en kleur.⁸²⁷ Van deze profielen zijn in detail de ouderdom, pollensamenstelling en bodemchemische eigenschappen per horizont onderzocht (tabel 6.1, fig. 6.3). De bepaling van het organisch stofgehalte was onderdeel van het bodemchemisch onderzoek.

Tabel 6.1. Overzicht van de locaties en het type onderzoek dat is uitgevoerd

Locatie/type onderzoek	Veldbodemkundig	Datering (OSL)	Paleoecologisch	Bodemchemisch
Mekkelhorsteres	X	X	X	X
Braakman kamp	X	X	X	X
Klöpkeshoes kamp	X	X	X	X
Veldmaten kamp	X	X	X	X
Puntbeek kamp	X	X	X	
Zandhuizen I	X		X	

OSL-dateringsonderzoek - In het transect van oude naar jonge cultuurgebieden zijn verschillende onderdelen van geselecteerde plaggenbodems bemonsterd ten behoeve van *optically stimulated luminescence* dateringsonderzoek (OSL). De methodologische achtergronden zijn besproken in hoofdstuk (bijlage 1.3). Met behulp van een spade zijn profielkuilen van 3 x 0,6 x 2 m gegraven, waarbij de exacte diepte afhankelijk was van de diepte van het onverstoorde moedermateriaal.⁸²⁸ Locatie “Puntbeek kamp” bevat een stootoever van de Puntbeek en kon na het afschaven van

822 Spek, 2004, p. 817-820.

823 www.bodemdata.nl (12-04-2018).

824 De Bakker & Schelling, 1989.

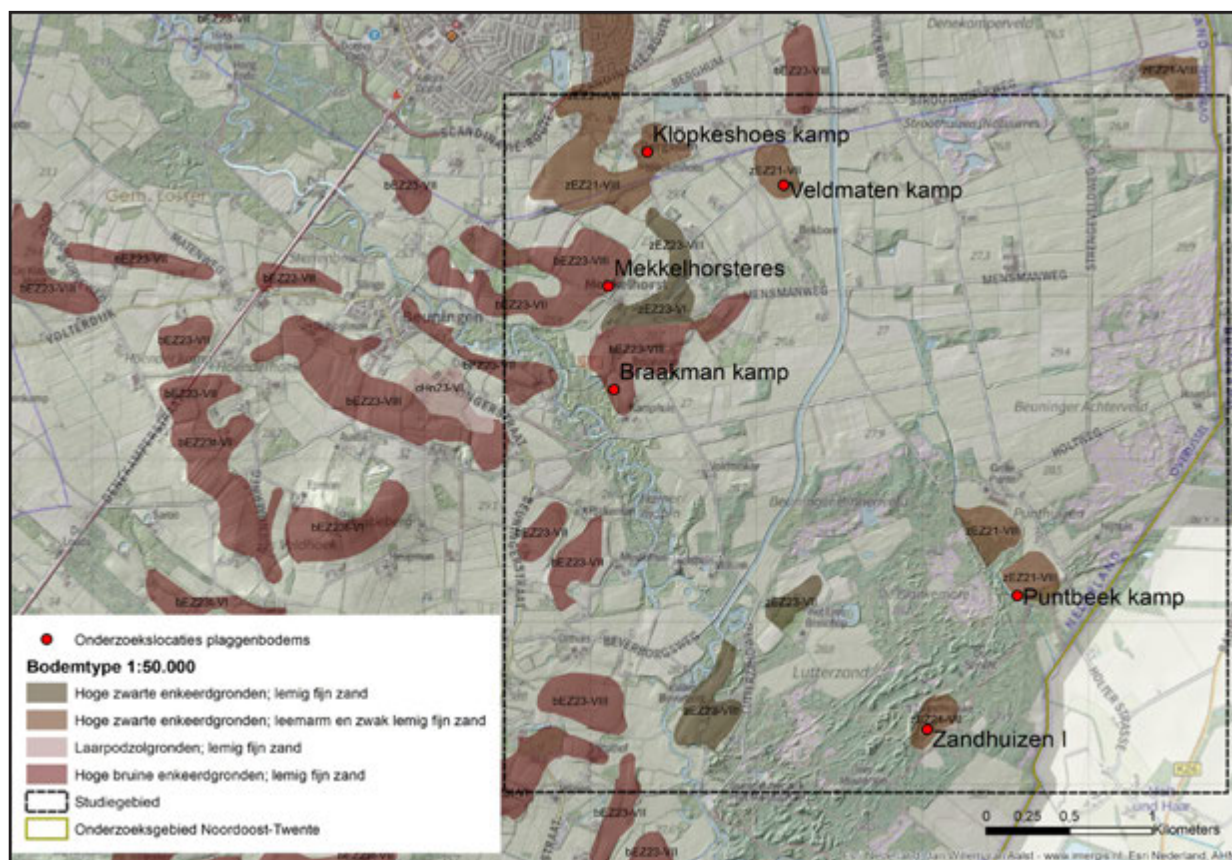
825 De Bakker & Schelling, 1989, p. 69.

826 Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation, 1994.

827 Ten Cate *et al.*, 1995, p. A42-44.

828 Met dank aan alle grondeigenaren en Arend-Klaas Smeenge voor het assisteren.

de wand rechtstreeks worden bemonsterd. In afstemming met geoloog Van Huissteden is de bemonsteringsdiepte van de eerder onderscheiden lagen gekozen (hoofdstuk 3).⁸²⁹ De bemonstering heeft in samenwerking met Reimann plaatsgevonden.⁸³⁰ Afhankelijk van de stratigrafische kenmerken en het experimentele karakter van het onderzoek is door Reimann een aantal aanvullende monsters genomen.



Figuur 6.3. Overzicht van de locaties voor het plaggenbodemonderzoek. De locaties zijn geprojecteerd op bodemeenheden waar volgens de 1:50.000-bodemkaart plaggenlagen voorkomen.

Bodemchemisch onderzoek - Voor de bodemvruchtbaarheid is met de name de beschikbaarheid van stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K) van belang.⁸³¹ Om dit te kunnen bepalen zijn de verschillende lagen van de geselecteerde plaggenbodems op circa elke 10 cm bemonsterd, zijn ook het vochtgehalte en organisch-stofgehalte bepaald.⁸³² Het aandeel voor planten beschikbare nutriënten in de bodem is via een zoutextractie en Olsen-P-extractie bepaald. Een destructie geeft inzicht in de totale voorraad van voedingsstoffen.⁸³³

De zoutextractie bestond uit het schudden van verse bodem NaCl. De pH-zout, de Al/Ca-ratio en de Ca-zout-concentratie geven een indicatie voor de mate van buffering. Tevens is een indicatieve basenverzadiging berekend. De ammonium- en nitraatconcentraties (inclusief $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ -ratio) geven een beeld van de hoeveelheid beschikbaar stikstof. De P-z-concentratie geeft een indicatie van het labiel gebonden P. Aan 17,5 gram verse bodem is 50 ml milliQ-water (0,2 M NaCl) toegevoegd. Gedurende 60 minuten zijn de monsters uitgeschud op een schudmachine (100 rpm) waarna de pH is gemeten. Op de ICP-OES zijn vervolgens de concentraties gemeten voor de verschillende elementen (P, Ca, Fe, Mg, Al, S, K), alsmede op de auto analyser (NO_3^- , NH_4^+).

De Olsen-extractie bepaalt de hoeveelheid voor planten beschikbaar P, vrijgemaakt door verdringing van P door HCO_3^- . Tevens zijn $\text{Fe}(\text{OH})_2$ en $\text{Al}(\text{OH})_3$ gehydroliseerd waardoor geadsorbeerd P vrijkomt. Bij deze extractie is aan 3 gram droog bodemmateriaal 100 ml 0,5 M natriumbicarbonaat (NaHCO_3) toegevoegd. De pH van het extractiemedium is op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten zijn de monsters uitgeschud op een schudmachine (100 rpm) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract wordt bij 4°C bewaard tot verdere analyse met de ICP-OES.

829 Werkzaam bij de Vrije Universiteit van Amsterdam.

830 Werkzaam bij de Wageningen Universiteit; Reimann & Voskuilen, 2016.

831 Diacono & Montemurro, 2010, p. 417.

832 Protocol B-WARE DW en OS 29-01-'14.

833 Protocol B-WARE Waterextractie 6-5-'14; Zoutextractie 19-01-'14.

Destructieanalyses zijn van groot belang om de potentiële P-nalevering van de bodems te bepalen. Naast de totaal-P-concentratie kunnen daarmee ook de Ca- en Fe-concentratie van de bodem worden bepaald. Deze stoffen beperken de beschikbaarheid van P voor planten. De totaal-Ca-concentratie in de bodem geeft daarnaast een beeld van de mate van buffering. Andere parameters die zijn gemeten zijn S, Al, Mg en K. Van gedroogde en gehomogeniseerde bodemonsters is 0,2 gram met 4 ml salpeterzuur en 1 ml waterstofperoxide in gesloten teflon cups ontsloten in een magnetron. Hierbij is stapsgewijs energie toegediend waardoor alle verweerbare bodemdeeltjes in oplossing gingen. Vervolgens werden de monsters verdund tot 50 ml. Op de ICP-OES zijn vervolgens de concentraties van de verschillende elementen (P, Ca, Fe, Mg, Al, S, K) gemeten. Totaal-N werd bepaald aan gedroogd bodemmateriaal met behulp van een 'elemental analyser' (Carlo Erba NA1500, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA).

Paleoecologisch onderzoek

De bemonstering voor het paleoecologisch onderzoek is op dezelfde diepten uitgevoerd als voor het bodemchemisch onderzoek. De pollenmonsters zijn genomen met een Edelmanboor (Ø 14 cm) omdat vanwege aanwezigheid van vee geen kuilen konden worden gegraven. Voor het pollenonderzoek zijn steeds ongecontamineerde submonsters uitgepeld. Van Geel van de Universiteit van Amsterdam verrichtte het pollenonderzoek, waarbij de pollenspectra door Engels in pollendiagrammen zijn weergegeven (paragraaf 1.7). De ruwe gegevens heb ik vervolgens in een regionaal landschapshistorisch-ecologisch kader geplaatst.

Historisch en kartografisch onderzoek

De langetermijnonwikkeling van het bewoningspatroon gaf aanwijzingen dat de ontginning in oostelijke richting verliep. Bij de interpretatie van de paleoecologische gegevens vormt deze dataset een belangrijke referentie om de herkomst van cultuurindicerende taxa ruimtelijk te kunnen duiden. Desondanks blijft het onzeker hoe groot de reikwijdte was van afgeleide ecosystemen. Kartografische gegevens uit de 17^{de} en 18^{de} eeuw geven aanvullende aanwijzingen voor de situering en omvang van ecosystemen. Het kadastrale minuutplan van 1832 AD biedt gedetailleerde informatie over het terreintype, de terreineigenschappen en het grondgebruik op perceelsniveau.⁸³⁴ Door problemen tijdens het digitalisatieproces liep er dwars door het studiegebied een hiaat. Omdat Koop bereid was om het studiegebied opnieuw te digitaliseren, is dit probleem verholpen. In het HISGIS Overijssel is het type eigendom via een sorteercodes omgezet naar een hoofdlegenda, waardoor veel lokale details over bijvoorbeeld verschillende vormen van heide zijn geschematiseerd.⁸³⁵ Voor deze studie is het type eigendom zoveel mogelijk intact gelaten om daarmee de variatie zo optimaal mogelijk te visualiseren. Het bleek dat vele percelen meerdere gebruiksvormen bevatten, waaronder bouw- en hooiland, bouwland, weiland en bomen, heide met broekgrond en hakhout. Om het aantal legenda-eenheden te beperken, is een arcering toegepast bij historisch-ecologisch relevante eenheden. Kartografische gegevens zijn een bruikbaar hulpmiddel voor reconstructie van historische ecosystemen, maar geven slechts een afspiegeling van de afgelopen twee eeuwen. De markeboeken van De Lutte en Beuningen geven een gedetailleerd inzicht in het landgebruik van ongecultiveerde markegronden. De conflicten hebben deels betrekking op het landbouwkundig systeem van de 15^{de} tot de 19^{de} eeuw. Ze vormen samen met de kartografische gegevens een belangrijke bron van informatie over hoe de plaggenlandbouw in elkaar stak en welke ecologische effecten dit had. Om dit te kunnen onderzoeken zijn de markeboeken getranscribeerd, hertaald, sommige onderdelen in toelichtende tekstkaders uitgewerkt en vervolgens als boek uitgegeven.⁸³⁶

6.3. Resultaten

Thema A: Stratigrafische opbouw en ouderdom van plaggenbodems: het occupatiepatroon als richting voor een verkennend onderzoek

De zandruggen waarop de boringen zijn uitgevoerd hadden een gezamenlijk oppervlak van 76 hectare. Hierop zijn 128 boringen uitgevoerd, waarvan 110 plaggenbodems bevatten (tabel 6.2). Er zijn opmerkelijke verschillen aangetroffen tussen plaggenbodems uit middeleeuwse ontginningen en ontginningen uit de nieuwe tijd (tabel 6.2).

Natuurlijke profiel - Het bodemtype dat voorafgaand aan de ontginning tot akker aanwezig was bestond grotendeels uit podzolgronden, bodems die van nature uitlogen door inzijgend neerslagwater. In oude

834 Den Otter, 2012, p. 1, 3,4, 11-18; Brongegevens Fryske Akademie; <http://www.hisgis.nl/hisgis/gewesten/overijssel/overijssel> (dd. 09-05-2019).

835 www.hisgis.nl/hisgis/gewesten/overijssel/overijssel (dd.12-10-17).

836 Koop & Smeenge, 2016, verantwoording, inleiding.

middeleeuwse ontginningsgebieden bestond 54% van het natuurlijk begraven profiel uit humuspodzolgronden en 42% uit moderpodzolgronden (fig. 6.3-A). Vooral de hooggelegen delen in de nabijheid van de Dinkel blijken moderpodzolgronden te bevatten en geven aanwijzingen voor slechts een beperkte bodemdegradatie. In het volgende thema wordt daar dieper op ingegaan. De hydrozandeerdgronden zijn van geringe betekenis, hoofdzakelijk aanwezig langs de randen van deze akkercomplexen. In de jonge bewoningsgebieden bestaan de meest afgelegen begraven natuurlijke profielen uit humuspodzolgronden (46%) gevolgd door vaaggronden (31%) (verstoven gronden) en hydrozandeerdgronden (lage terrasrestruggen) (23%).

		Middeleeuwse ontginning		n	%	Ontginning nieuwe tijd		n	%
plaggenbodem	cultuurdek	plaggendeek	zwarte plaggenlaag	84	100			26	100
			bruine plaggenlaag	57	68			5	19
		fossiele cultuurlaag	34	40					
	begraven natuurlijke profiel	a) moderpodzolgrond	35	42					
		b) humuspodzolgrond	45	54			12	46	
		c) hydrozandeerdgrond	4	5			6	23	
		d) vaaggrond					8	31	
* 83 boringen binnen 63 hectare					** 26 boringen op 13 hectare				

Tabel 6.2. Overzicht van de opbouw van de plaggenbodem in middeleeuwse ontginningen en ontginningen uit de nieuwe tijd, onderverdeeld naar cultuurdek met fossiele cultuurlaag en plaggendeek met zwarte en/of bruine plaggenlagen en het onderliggende natuurlijk bodemprofiel, waarin vier bodemgroepen (A-D) zijn onderscheiden

Fossiele cultuurlaag - Deze komen uitsluitend voor in oude bewoningsgebieden en liggen hoofdzakelijk op moderpodzolgronden (80%), de overige 20% liggen op humuspodzolgronden (fig. 3.6-B). De ruimtelijke verbreiding van de fossiele cultuurlagen blijkt net als de moderpodzolgronden grotendeels samen te vallen met de grote rivierduincomplexen in de directe omgeving van de Dinkel (fig. 6.3-B, paragraaf 3.3). De moderpodzolgronden waren bij de ontginningen en akkerbouw vóór de komst van de intensieve plaggenlandbouw klaarblijkelijk favoriet, een preferentie die ook in andere zandgebieden veelvuldig is vastgesteld.⁸³⁷ In thema B wordt dieper op de bodemchemische eigenschappen van deze voorkeurslocaties ingegaan.

Plaggendeek - De plaggendecken op de rivierduincomplexen langs de Dinkel zijn het meest divers qua opbouw, waarbij het ruimtelijke patroon samenvalt met de kenmerken van de natuurlijke bodem (fig. 6.3-C). Op de moderpodzolgronden en daarboven liggende fossiele akkerlagen komt vrijwel altijd een circa 40 cm karamelbruine plaggenlaag voor. Hierop ligt een laag van circa 50 cm zwarte plaggen (tabel 6.2).⁸³⁸ De zwarte plaggendecken vertegenwoordigen duidelijk de laatste fase van de plaggenbemesting en liggen als het ware als een mantel over de oudere akkerlagen heen of zijn een uitbouwfase van de oude plaggenbodems (fig. 6.3-C). Plaggenbodems met alleen zwarte plaggendecken liggen direct op het natuurlijke begraven profiel.

Wanneer ze niet toebehoren aan een uitbouwfase liggen ze in de meeste gevallen altijd relatief ver van de oude bewoningsplaatsen. Het zijn vaak kleinschalige kampontginningen uit de nieuwe tijd, zoals bijvoorbeeld de bouwlanden in de buurschappen Zandhuizen en Punthuizen (fig. 6.2.).

Nu er een ruimtelijk overzicht is van de opbouw van de plaggenbodems, kan worden ingegaan op de bodemkundige eigenschappen, besproken aan de hand van de meest representatieve onderzoekslocaties, waar een combinatie van methoden en technieken zijn toegepast (fig. 6.4).

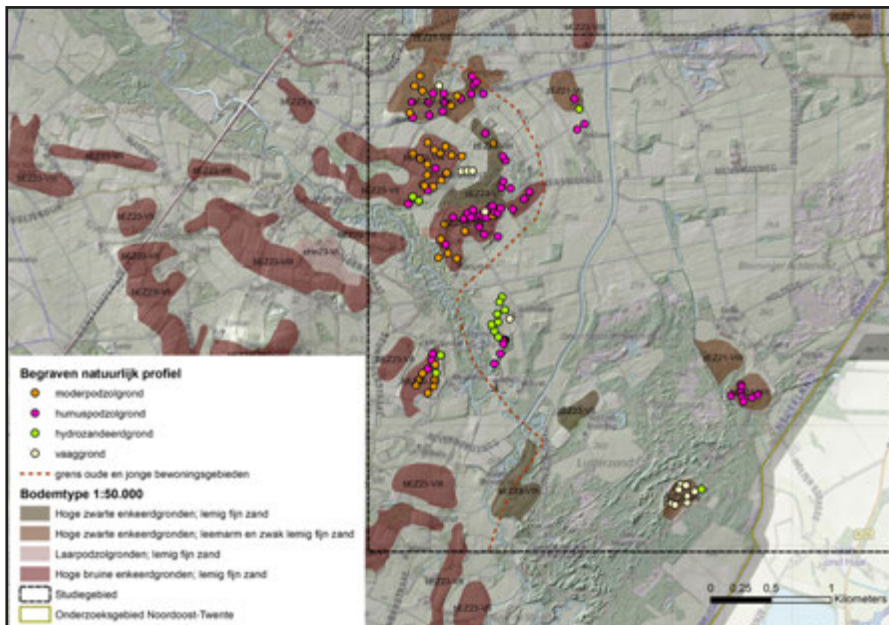
Mekkelhorsteres - De locatie Mekkelhorsteres bevat een fossiele cultuurlaag (Apb-horizont), waarbij een uitgevoerde OSL-datering een ouderdom van 969 ± 118 AD uitwijst (fig. 6.4, bijlage 1.3).⁸³⁹ Ondanks dat deze datering door de OSL-onderzoekers werd goedgekeurd, geeft de grote standaardafwijking reden tot enige twijfel. Deze kan zijn veroorzaakt doordat het oorspronkelijke maaiveld voor een deel in de bovenliggende cultuurlagen is vermengd. Spek heeft op basis van experimenteel archeologisch onderzoek gemotiveerd dat het oude maaiveld meestal 12-15 cm boven de diepste bewerkingsgrens ligt. Aangezien de Apb-horizont dunner is dan 15 cm, is het aannemelijk dat ten minste 5 cm van de moderpodzolgrond in het cultuurdek is opgenomen, wat tot een aanzienlijk verouderingseffect van de datering kan hebben geleid.⁸⁴⁰ Wanneer evenwel hoofdzakelijk de jonge kant van de standaardafwijking van

837 Spek, 2004, hoofdstuk 12.

838 Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation, 1994, Hue 7,5YR value 4/3, chroma, 3/3.

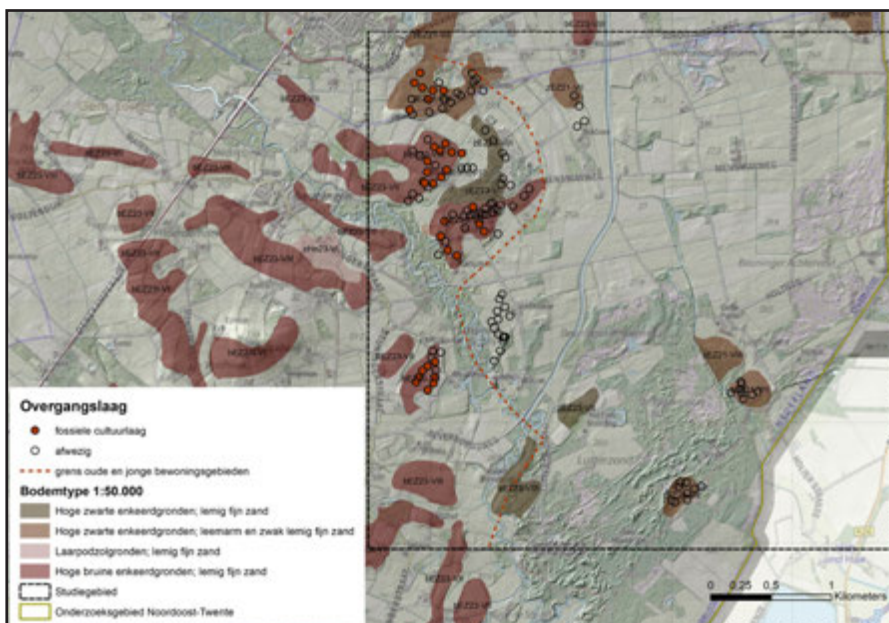
839 NCL-71115309, TDB-OSL-5; Bijlage 1.3.

840 Spek, 2004, p. 816-820.

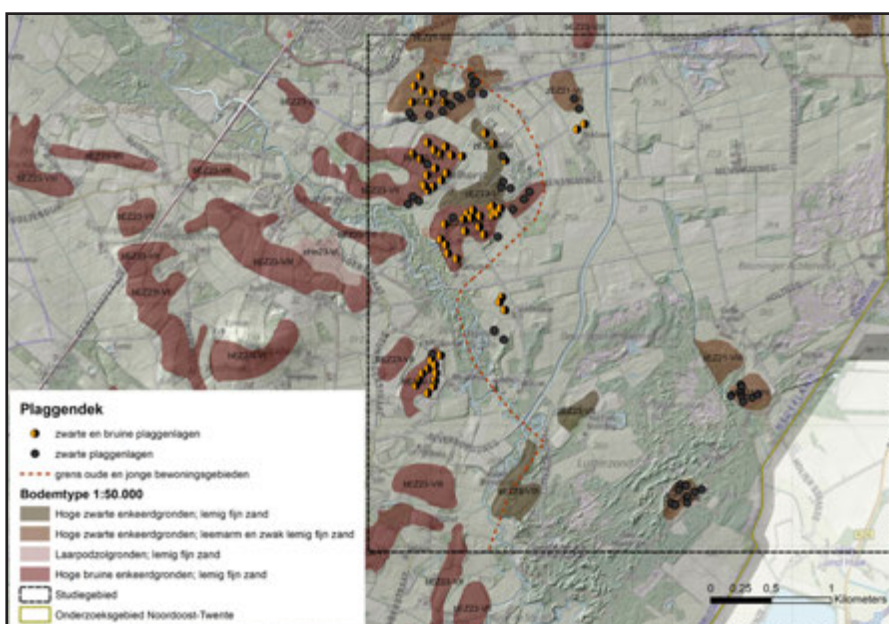


Figuur 6.3. Ruimtelijke verspreiding en typering van de verschillende onderdelen van plaggenbodems rond de Mekkelhorst op basis van grondboringen (n=110).

Figuur 6.3-A: Ruimtelijk overzicht van begraven natuurlijke bodems.



Figuur 6.3-B: Ruimtelijk overzicht van de fossiele cultuurlaag, de overgangslaag tussen de begraven natuurlijke bodem en het plaggendek.



Figuur 6.3-C. Ruimtelijk overzicht van de samenstelling van het plaggendek, uitgesplitst in zwarte en bruine en uitsluitend zwarte plaggenlagen.

deze datering wordt aanhouden lijkt het aannemelijk dat de akkerlaag op deze plek in de volle middeleeuwen is begraven. Hierboven ligt een laag die aanvankelijk als overgangshorizont (1Aap2/2Apb) is geïnterpreteerd. De laag bevat in tegenstelling tot de bovenliggende laag grijze zandkorrels, die kenmerkend zijn voor de fossiele cultuurlaag. Uit de laboratoriumanalyses blijkt deze laag een opvallend hoog organisch-stofgehalte te bevatten (14,2%), een groot verschil met de fossiele cultuurlaag (1,9-2,8%) en het bovenliggende bruine plaggendek (5,6-7,1%). Vermoedelijk gaat het hier om een strooisellaag of organische plaggen met een vermoedelijke een ouderdom uit de 13^{de} eeuw (1292 ± 44 AD). De basis van het bruine plaggendek (1Aap2) heeft een datering uit de overgang tussen de 14^{de} en 15^{de} eeuw (1404 ± 38 AD) en een datering uit de 17^{de} eeuw (1637 ± 23 AD). Hierboven ligt een overgangslaag met kenmerken van bruine en zwarte plaggen (1Aap1/1Aap2) met een datering uit de 17^{de} eeuw (1653 ± 25 AD). Dit betekent dat het zwarte plaggendek (1Aap1) vanaf dit tijdstip is aangelegd. De resultaten van deze detailstudie sluiten aan op de ouderdom van de omliggende boerderijen: een duidelijk middeleeuws ontginningsgebied.

Braakman kamp - De onzekerheid bij de dateringen door een gedeeltelijke opname van oudere lagen speelt ook bij de kamp van Braakman. De fossiele akkerlaag (2Apb) bevat waarschijnlijk alleen een verwerkte toplaag van de oorspronkelijke moderpodzolbodem. De OSL-datering van deze horizont (1132 ± 93 AD) bezit namelijk een aanzienlijke spreiding en duidt op een datering in een iets later deel van de volle middeleeuwen.⁸⁴¹ Uit het OSL-onderzoek op de Postelers bij Ootmarsum is geconcludeerd dat de fossiele akkerlaag uit de overgangsfase tussen de middeleeuwen en nieuwe tijd (1517 ± 31 AD) dateerde.⁸⁴² Wanneer de gereconstrueerde ouderdom van de aanwezige erven langs de akkercomplexen worden meegenomen bij de validatie van deze dateringstechniek, blijkt de Postelers een perifere ligging te hebben en een latere ontginningsfase dan de twee onderzoekslocaties in de Mekkelhorst (paragraaf 2.3, thema B). Het bruine plaggendek (1Aap2) heeft een basisdatering uit de overgang tussen de 15^{de} en 16^{de} eeuw (1508 ± 34 AD) en einddatering uit de overgang tussen de 17^{de} en 18^{de} eeuw (1697 ± 19 AD). De overgangslaag tussen de zwarte en bruine plaggen heeft geen datering opgeleverd. Dit betekent dat het zwarte plaggendek (1Aap1) vanaf de 18^{de} eeuw is aangelegd. De ouderdom van deze kamp past bij de ouderdom van de omliggende boerderijen en is in tegenstelling tot de Mekkelhorsteres een wat jongere, maar wel een middeleeuws ontginningsgebied.

Locatie Klöpfeshoes - Dit is een kamptontginning, waarbij de A-horizont grotendeels in het plaggendek is opgenomen door groundbewatering. Het profiel geeft aanwijzingen dat een deel van de humushoudende horizont (A), uitspoelingshorizont (E) en inspoelingshorizont (Bh) intact zijn (fig. 6.4). De OSL-datering van de AE-horizont (1653 ± 24 AD) wijst op begraving met plaggen in de nieuwe tijd (1638 ± 30 AD). In deze periode was er een overgang van rijk naar arm loofbos, zoals hierna wordt besproken.⁸⁴³ Ondanks de onderverdeling in twee lagen zijn het allemaal zwarte plaggen. In tegenstelling tot de vorige twee detailstudies is dit een jongere ontginning (uitbouwphase) binnen oude middeleeuwse bewoningsgebieden.

Locatie Veldmaten kamp - Het natuurlijke profiel op deze locatie lijkt tijdens de ontginning te zijn omgespit (2Ce/2AEpb). Dit is alleen zichtbaar in het linkerdeel van de profielkuil, waar de humushoudende bovengrond omgekeerd in het profiel ligt (fig. 6.4). Tijdens de eerdere bemonstering voor het pollenonderzoek waren geen bodemkundige aanwijzingen voor verstoring. De OSL-datering van de basis van de daarboven liggende plaggenlaag (1Aap2) leverde een datering van 1369 ± 343 AD. Door slechte korrelbleking en gepaard gaande grote standaardafwijking is deze datering twijfelachtig.⁸⁴⁴ Vermoedelijk is hier ook sprake van een menging met de oudere natuurlijke humushoudende bovengrond. Aangezien deze perifere locatie geen middeleeuwse bewoningslocatie was (paragraaf 2.3), wordt aangenomen dat de datering niet representatief is. Indien we de jongste kant van de standaardafwijking en de daarboven liggende datering in ogenschouw nemen, dan zou de ontginning op het begin van de 17^{de} eeuw uitkomen. Dit past bij de andere OSL-datering uit deze laag van het profiel (1680 ± 37 AD). De basis van het donkerdere deel van het zwarte plaggendek heeft een datering uit de overgang tussen de 17^{de} en 18^{de} eeuw (1705 ± 26 AD).

De locaties Puntbeek kamp en Zandhuizen I - Deze locaties bevatten plaggenlagen op stuifzand. Dit stuifzand behoorde tot het Lutterzand, een vermoedelijk marginaal bewoningsgebied. Desondanks is het de bewoners gelukt om een circa 60 cm dik plaggendek op te bouwen. De eindfase van het stuifzand en daarmee de beginfase van het zwarte plaggendek dateert uit de overgang tussen de 17^{de} en 18^{de} eeuw (1702 ± 17 AD).⁸⁴⁵ Vanuit OSL-dateringen van de basis van het stuifzandpakket van zowel het westelijk en oostelijk deel van het Lutterzand en het occupatiepatroon is aangenomen dat de datering van de plaggenlaag op locatie Zandhuizen I overeenkomstig is (hoofdstuk 2, 3, 7). De resultaten sluiten aan bij de verwachte ouderdom van deze relatief recente ontginningsgebieden.

841 NCL-71115214, TBK-OSL-4; 1132±93 AD; Bijlage 1.3.

842 Van Mourik *et al.*, 2011, p. 54-60.

843 NCL-71115210, TK-OSL-4; Bijlage 1.3.

844 NCL-71115206, TBV-OSL-3; Bijlage 1.3.

845 NCL-71115200, TP-OSL-1; Bijlage 1.3.



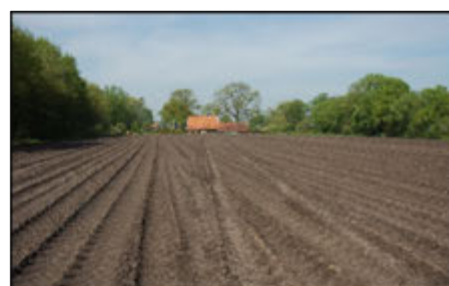
Mekkehorster es					
	X-coördinaat: 266108		Y-coördinaat: 487060		
horizont	diepte cm	µm	kleur	% leem	OSL-monsters
1Aap1	0-40	180	7,5YR 3,1	10-17,5	
1Aap1/1Aap2	40-50	180	7,5YR 3/2	10-17,5	TDB1: 43-47 cm 1653 AD ± 25
1Aap2	50-90	180	7,5YR 3/3	10-17,5	TDB2: 65-69 cm/TDB3: 83-87 cm 1637 AD ± 23/1404 AD ± 38
1Aap2/2Aapb	90-110	180	7,5YR 3/3	10-17,5	TDB4: 100-105 cm 1292 AD ± 44
2Aapb	110-120	180	7,5YR 4/1	0-10	TDB5: 113-117 cm 969 AD ± 118
2Bws	120-140	180	10YR 4/4	0-10	TDB6: 128-132 cm 785 BC ± 180
2BCy	140-170	180	10YR 5/6	10-17,5	

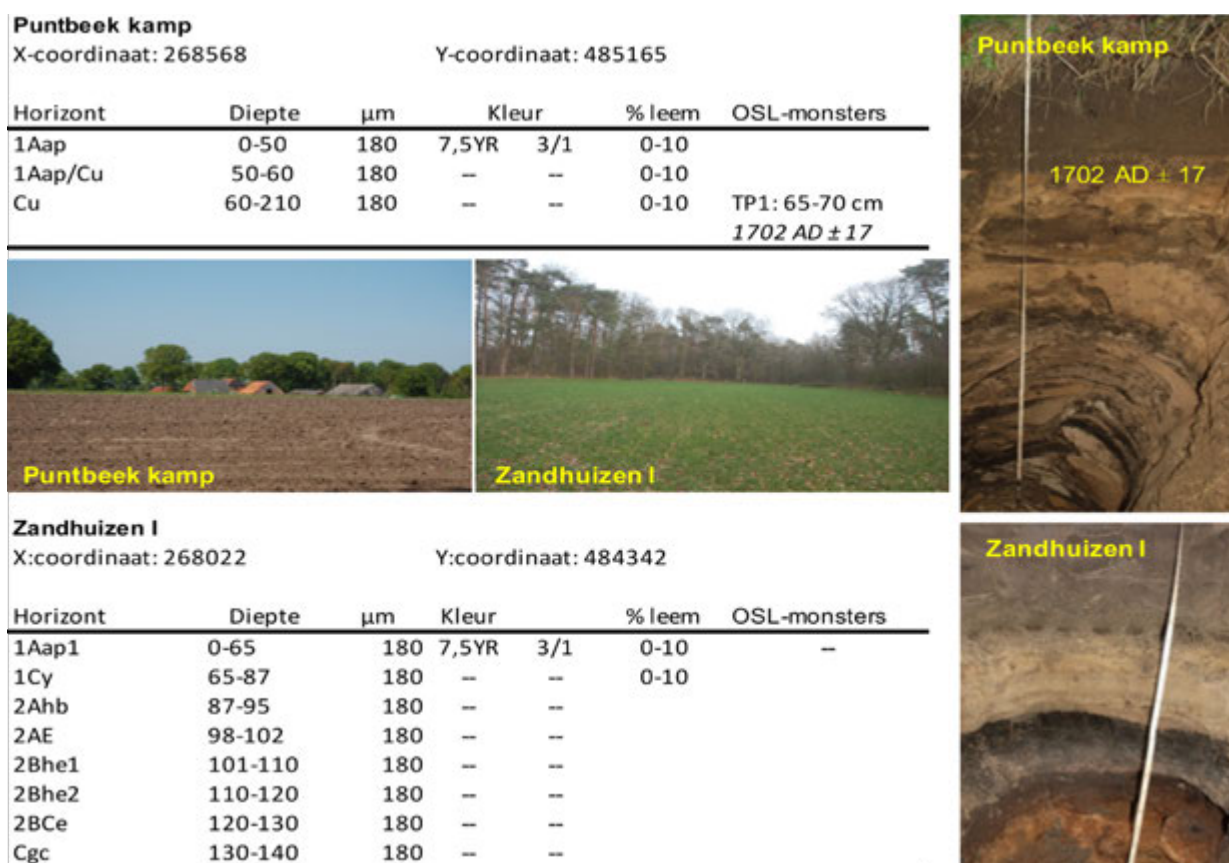
Braakman kamp					
	X-coördinaat: 266141		Y-coördinaat: 486424		
horizont	diepte cm	µm	kleur	% leem	OSL-monsters
1Aap1	0-40	250	7,5YR 2,5/5	0-10	
1Aap1/1Aap2	40-50	250	7,5YR 3/2	0-10	TBK1: 42-46 cm mislukte datering
1Aap2	50-100	180	7,5YR 4/3	10-17,5	TBK2: 60-64 cm/TBK3: 93-97 cm 1697 AD ± 19/1508 AD ± 34
2Aapb	100-125	180-250	7,5YR 5/2	0-10	TBK4: 113-117 cm/TBK5: 120-124 cm 1132 AD ± 93/764 AD ± 168
2Bws	125-155	250	10YR 5/6	250	TBK6: 128-132 cm 115 BC ± 250

Klöpkeshoes kamp					
	X-coördinaat: 266342		Y-coördinaat: 487885		
Horizont	Diepte	µm	Kleur	% leem	OSL-monsters
1Aap1	0-40	180	7,5YR 3/1	0-10	
1Aap2	40-70	180	7,5YR 2,5/1	0-10	TK2: 55-60 cm/TK1: 40-45 cm 1672 AD ± 26/1705 AD ± 26 TK3: 61-64 cm 1638 AD ± 30 TK4: 72-76 cm 1653 AD ± 24
2AEpb	70-85	180	7,5YR 4/1	0-10	
2Bhs	85-90	180	7,5YR 3/1	0-10	
2BCy	90-100	180	10YR 4/4	0-10	
2BCg	100-120	180	10YR	0-10	

Veldmaten kamp (Bekboer)					
	X-coördinaat: 267163		Y-coördinaat: 487681		
Horizont	Diepte	µm	Kleur	% leem	OSL-monsters
1Aap1	0-45	180	7,5YR 3/1	10-17,5	TBV1: 35-40 cm 1809 AD ± 13
1Aap2	45-60	180	7,5YR 4/1	10-17,5	TBV2: 45-50 cm/TBV3: 60-65 cm 1680 AD ± 37/1369 AD ± 343*
2BCe/2AEpb	60-70	250	7,5YR 4/1	0-10	
2Bhs	70-85	250	7,5YR 4/3	0-10	
2BCe	85-100	250	7,5YR 5/6	0-10	
2Cg	100-120	250		0-10	

* Onzekere datering





Figuur 6.4. Profielbeschrijvingen van de zes onderzochte monsterlocaties in het studiegebied Mekkelhorst met de diepte en uitkomsten van OSL-dateringen.

Als de gegevens worden geprojecteerd in een tijd-dieptegrafiek inclusief de lithologische informatie, ontstaat wellicht een beeld van de ontstaansgeschiedenis en de ophogingssnelheid van de onderzochte akkerprofielen (fig. 6.5).⁸⁴⁶ In de oude buurschap Mekkelhorst (locatie Mekkelhorsteres en Braakman Kamp) was aanvankelijk nauwelijks sprake van ophoging, wat betekent dat er geen tot zeer beperkte aanvoer van zandhoudende plaggen was. Op deze locatie begon de ophoging met plaggen vanaf circa 1400 AD en loopt de curve sterk op tot in het begin van de 17^{de} eeuw. Op de kamp van Braakman begon de ophoging met plaggen vanaf circa 100 cm diepte rond 1500 AD volgens de OSL-datering. De plaggencurve loopt nog steiler op dan die van de Mekkelhorsteres maar is qua opbouw constant en lineair van vorm. Aangezien de bemonsteringslocatie van de Mekkelhorsteres op de top van de es ligt, kan niet worden uitgesloten dat door het historisch landgebruik de bovenkant wat is afgevlakt. In het oostelijke deel van het studiegebied ontbreekt een bruine plaggenlaag. De zwarte plaggen zijn vanaf het begin van de 17^{de} eeuw op het natuurlijke profiel gelegd. De bemesting met zwarte plaggen heeft op locatie Klöpkeshoes kamp vooral in de 17^{de} eeuw een steil verloop en dat vlt in de 18^{de} eeuw wat af. Daarentegen is de aanvang van locatie Veldmaten kamp tussen de 17^{de} en begin 19^{de} eeuw vlak en vindt er een snelle ophoging plaats in de 19^{de} eeuw.⁸⁴⁷

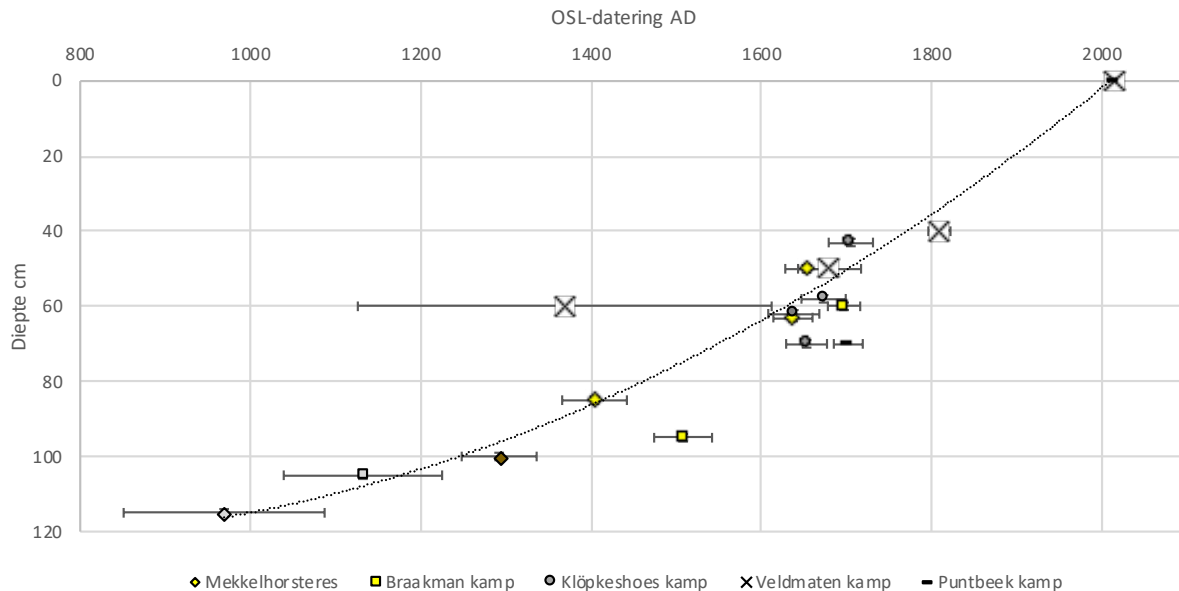
In oude bewoningsgebieden, zoals De Mekkelhorst (Mekkelhorsteres en Braakman kamp) zijn de plaggenbodems circa 90 cm dik en volgens de metingen in een periode van circa 500 jaar opgebouwd (tussen circa 1400 en 1900 AD).⁸⁴⁸ In de jongere bewoningsgebieden in het oostelijke deel van het studiegebied (Klöpkeshoes, Veldmaten en Puntbeek kamp) zijn de plaggendekken circa 60 cm dik en zijn deze in ongeveer 250 jaar tot stand gekomen. De data wijzen erop dat de overgang van de extensieve organische strooisellandbouw naar de intensieve minerale plaggenlandbouw in Noordoost-Twente eerder plaatsvond dan in Drenthe, namelijk in de 15^{de} - 16^{de} eeuw tegenover 17^{de} eeuw. Het aantal dateringen is echter nog zo gering dat dit niet te bewijzen is. Op grond van het grotere aantal OSL-dateringen

⁸⁴⁶ OSL-dateringen uit Reimann & Voskuilen, 2016; bijlage 1.3.

⁸⁴⁷ Alle eigenaren geven aan dat er geen grondwerkzaamheden gedurende de ruilverkaveling of recentere perioden hebben plaatsgevonden.

⁸⁴⁸ Uitgaande dat de plaggenbemesting tot 1900 doorliep.

van de plaggendekken is wel met meer zekerheid te zeggen dat de plaggendekken tussen de 17^{de} en 18^{de} eeuw sterk zijn opgehoogd, een proces dat overeenkomt met de bevindingen in Drenthe. Vrijwel zeker is dit terug te voeren op een sterke intensivering van de plaggenlandbouw in die periode. De plaggenophoging bedroeg in Twente blijkens onze waarnemingen gemiddeld 2,4 (zwarte plaggenlagen) tot 3,6 mm per jaar (bruine en zwarte plaggenlagen), terwijl dat in Drenthe tussen 1,5 tot 3 mm per jaar was.⁸⁴⁹ Dit sluit aan bij het Drentse onderzoek waaruit werd geconcludeerd dat de 1 millimeter-per-jaar-theorie niet langer houdbaar is.⁸⁵⁰



Figuur 6.5. Overzichtsfiguur van de ouderdom (omgerekend naar kalenderjaren) en diepte (cm) van de diverse cultuurlagen uit de plaggenbodem. De fossiele cultuurlagen (lichtgrijs), bruine plaggen (geel) en zwarte plaggen (donkergrijs en overige symbolen) zijn per locatie herkenbaar gemaakt met een symbool. Op de Mekkelhorsteres komt voorafgaand aan de bruine plaggen een menglaag (bruin) van vermoedelijk bosstrooisel of dunne organische plaggen voor. Op locatie Klöpfeshoes, Bekboer en Puntbeek kamp zijn de zwarte plaggen direct op het oorspronkelijke maaiveld opgebracht. De oudste datering op locatie Veldmaten kamp is onzeker en valt ruim buiten het patroon van de overige locaties. Vanuit deze dataset zijn aanwijzingen dat vanaf de 16^{de} eeuw de plaggenlandbouw intensiverde.

Thema B: Stikstof- en kaliumlimitatie in fossiele akkerlagen: een bodemchemische reconstructie van de plaggenlandbouw

In samenwerking met Smolders en Van Mullekom (Onderzoekscentrum B-WARE en Radboud Universiteit) en Timmermans (Louis Bolk Instituut).

De geanalyseerde bodemprofielen van de locaties Mekkelhorsteres, Braakman kamp, Klöpfeshoes kamp en Veldmaten kamp geven inzicht in de bodemvruchtbaarheid op de verschillende dieptes ten aanzien van de essentiële voedingsstoffen stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K).

N-limitatie - Het percentage totaal-N van de bodem is een maat voor de beschikbaarheid van N. Deze kan worden omgerekend naar het N-leverend vermogen via de formule: $N\text{-nalevering (kg N ha}^{-1}) = 78 + 313 \cdot \%N$.⁸⁵¹ Het natuurlijk N-leverend vermogen (NLV) van een bouwlandperceel geeft de hoeveelheid N aan die tussen 1 april en 1 september vrijkomt door mineralisatie van de bodemorganisch N.

In de grafieken, die het verloop van het N-percentage in de diepte weergeven, wordt de grenswaarde van 0,07% N aangegeven. Deze waarde komt op basis van de bovenstaande formule overeen met een N-leverend vermogen (NLV) van 100 kg ha⁻¹. Hieronder is sprake van een tekort aan N (fig. 6.6).

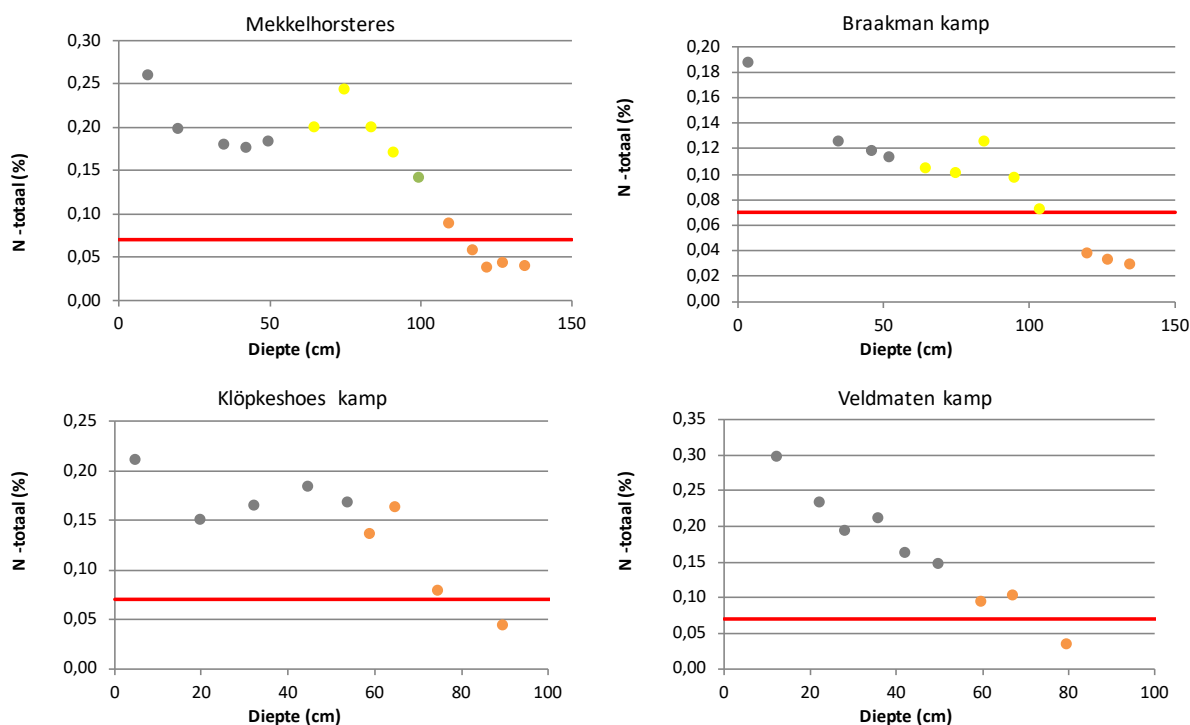
De metingen geven aanwijzingen dat de plaggenbemesting net als de uitvinding van de “kunstmest” een agrarische revolutie teweeg heeft gebracht. Uit de dataset komt de relatie tussen het totaal-N en het organisch-stofgehalte duidelijk

⁸⁴⁹ Spek, 2004, p. 991-992.

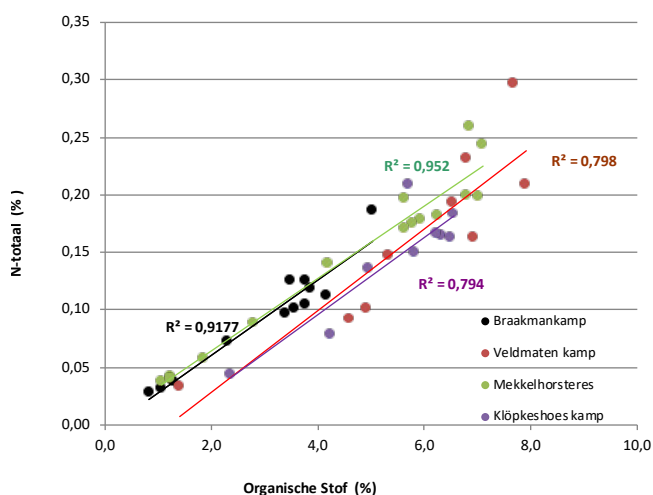
⁸⁵⁰ Spek, 2004, p. 785-788.

⁸⁵¹ Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2012, tabel 1-2, waarbij 1% stikstof 10 gram stikstof per kilo bodem is.

naar voren (fig. 6.7). In andere studies is dit verband ook aangetoond.⁸⁵² Dit betekent dat met een verrijking van de bodem met organische stof ook het N-gehalte van de bodem werd verhoogd. Stikstof is zeer mobiel en spoelt snel uit door infiltrerend regenwater.⁸⁵³ Dit speelt bij de kamp van Braakman en Mekkelhorsteres. Op de dekzandruggen die direct na ontginning zijn bemest met plaggen, tonen de fossiele podzolbodems geen tekenen van N-limitatie, wat komt door de aanwezige humushoudende Ahb-horizont.



Figuur 6.6. Totaal-N in de fossiele bodem (oranje), strooisel/dunne organische plaggen (groen), bruine plaggen (geel) en zwarte plaggen (grijs), waarbij een totaal-N van lager dan 0,07% leidt tot limitatie en stagnatie van de gewasgroei.



Figuur 6.7. De relatie tussen N-totaal en organisch-stofgehalte.

K-limitatie - Voor de K-beschikbaarheid voor planten wordt het K-getal gebruikt.⁸⁵⁴ De kritieke grens waarbij gewasgroei stagneert ligt in zandgronden bij een K-getal lager dan 15.⁸⁵⁵ In het kader van natuurontwikkeling is ervaring opgedaan met het uitmijnen van P uit de bodem. P is ten opzichte van N of K vaak overheersend omdat het veel minder gevoelig is voor uitspoeling. Door gerichte bemesting van N (al dan niet door het inzaaien van klaver) en K in combinatie met regelmatig afvoeren van het gewas, wordt de hoeveelheid P verlaagd. Dit maakt graslanden op termijn soortenrijker.⁸⁵⁶ Uit de referentiedataset

an 273 verspreid liggende waarnemingen uit overeenkomstige zandbodems in Gelderland en Overijssel blijkt een significante relatie tussen het K-getal en K-NaCl.⁸⁵⁷ Wanneer we het K-getal van 15 als grenswaarde hanteren komt it overeen met een kritieke ondergrens van 1200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ bodem K-NaCl (fig.6.8).

852 Diacono & Montemurro, 2010, p. 417.

853 Diacono & Montemurro, 2010, p. 417.

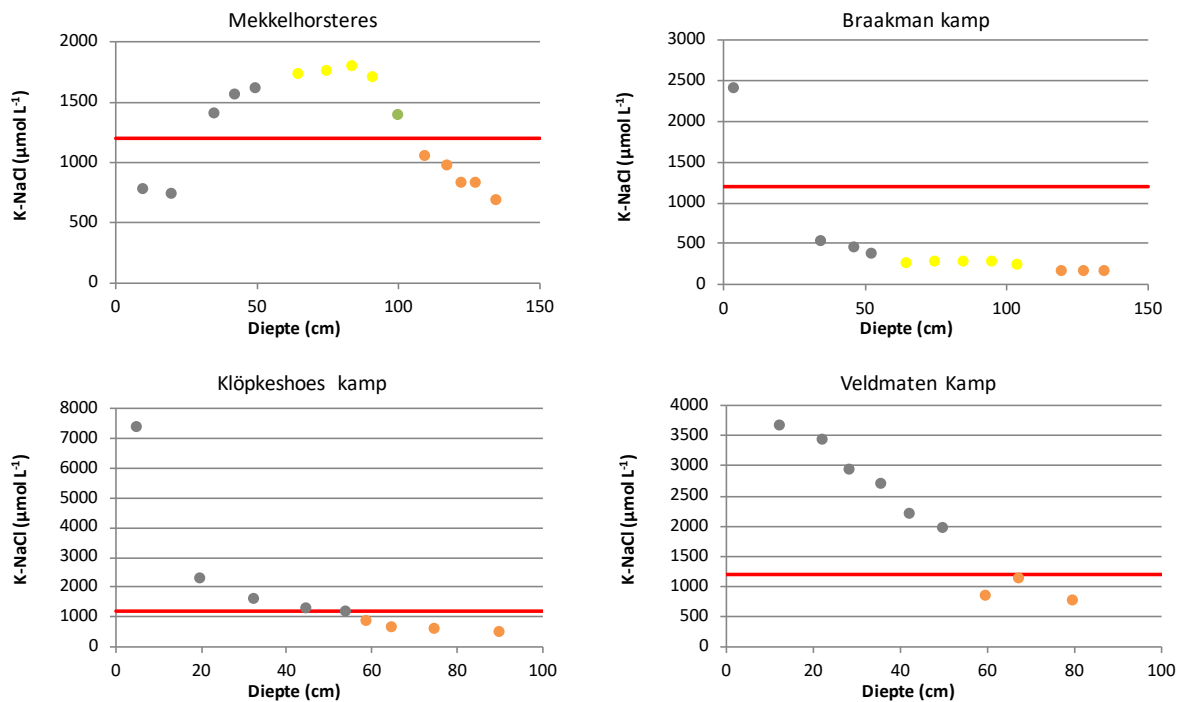
854 Van der Pauw, 1956, p.114, 120; Schachtschabel & Koster, 1978, p. 44; Van Eekeren, 2005, p. 7; Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2012, tabel 3-11.

855 Van Eekeren *et al.*, 2005, p. 7; Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2012. p. 2.1.4-1

856 Chardon, 2008; Timmermans *et al.*, 2010; Mullekom *et al.*, 2013.

857 Dataset Onderzoekscentrum B-WARE: $Y = 0,0078x + 6,1554$, $R^2 = 0,8001$.

De K-concentraties van de fossiele akkerlaag in de Mekkelhorsteres en vrijwel de gehele bodem van de kamp van Braakman liggen in onder de grenswaarde van $1200 \mu\text{mol L}^{-1}$. Het is dan ook waarschijnlijk dat hier sprake is geweest van K-limitatie. In het bodemprofiel van Braakman zijn ook slak- en brandresten aangetroffen.⁸⁵⁸ Mogelijk is hier sprake geweest van bemesting met as, want as is rijk aan K.⁸⁵⁹ Uit het Luttermarkeboek blijkt dat in 1708 verschillende boermannen in De Lutte plaggen op hun land verbrandden voor bemesting.⁸⁶⁰ Ook Von Bönninghausen beschreef de bemesting van turf- en plaggenas in deze regio.⁸⁶¹ Het begraven natuurlijke profiel van de kamp bij de Veldmaten en de kamp bij het Klöpkeshoes geven nauwelijks aanwijzingen voor K-limitatie.



Figuur 6.8. Kaliumlimitatiegrens K-NaCl in de fossiele bodem (oranje), strooisel/dunne organische plaggen (groen), bruine plaggen (geel) en zwarte plaggen (grijs), waarbij een gehalte lager dan $1200 \mu\text{mol L}^{-1}$ bodem leidt tot limitatie en stagnatie van de gewasgroei. De afwijkende waarneming op 60 cm bij de Veldmaten heeft vermoedelijk te maken met ompspitten van de bodem voorafgaand aan de plaggenbemesting. Dit is duidelijk te zien aan het bodemprofiel.

P-limitatie - Voor de P-beschikbaar voor planten levert de Olsen-P-concentratie een goede maat.⁸⁶² Uit groeiexperimenten voor wintertarwe blijkt de kritische grens voor P-limitatie $10 \text{ mg Olsen-P kg}^{-1}$, omgerekend is dat $388 \mu\text{mol L}^{-1}$ (fig. 6.9).⁸⁶³ Fosfor was op geen enkele locatie limiterend. De natuurlijke bodems hadden al een ruim voldoende hoog aandeel fosfor voor een productieve vegetatie. Het is bekend dat de Tertiaire afzettingen op de westelijk gelegen stuwwallen P-houdend zijn.⁸⁶⁴ Het is denkbaar dat via erosie dit materiaal in het stroomgebied van de Dinkel is afgezet.

Door de aanwezigheid van ijzerhoudend zand en een mogelijk P-houdende mineralogische samenstelling van het moedermateriaal was nergens sprake van P-limitatie. Plaggenwinning was dus niet noodzakelijk voor het verhogen van de hoeveelheid P in de bodem. Het P-gehalte correleert zowel met de totaal- ijzerconcentratie als het organisch-stofgehalte van de bodem (fig. 6.10).⁸⁶⁵ De laboratoriumanalyses wijzen uit dat de oorspronkelijke bodems ijzerarm waren en door de toepassing van ijzerhoudende zandplaggen het P-gehalte sterk toenam.

⁸⁵⁸ Op basis van determinaties door Huub Scholte-Lubberink, bureau RAAP.

⁸⁵⁹ De Jong *et al.*, 2012, p. 6-9; Ohno & Susan Erich, 1994, p. 1, 7-8, 15.

⁸⁶⁰ Koop & Smeenge, 2016, De Lutte, p. 190.

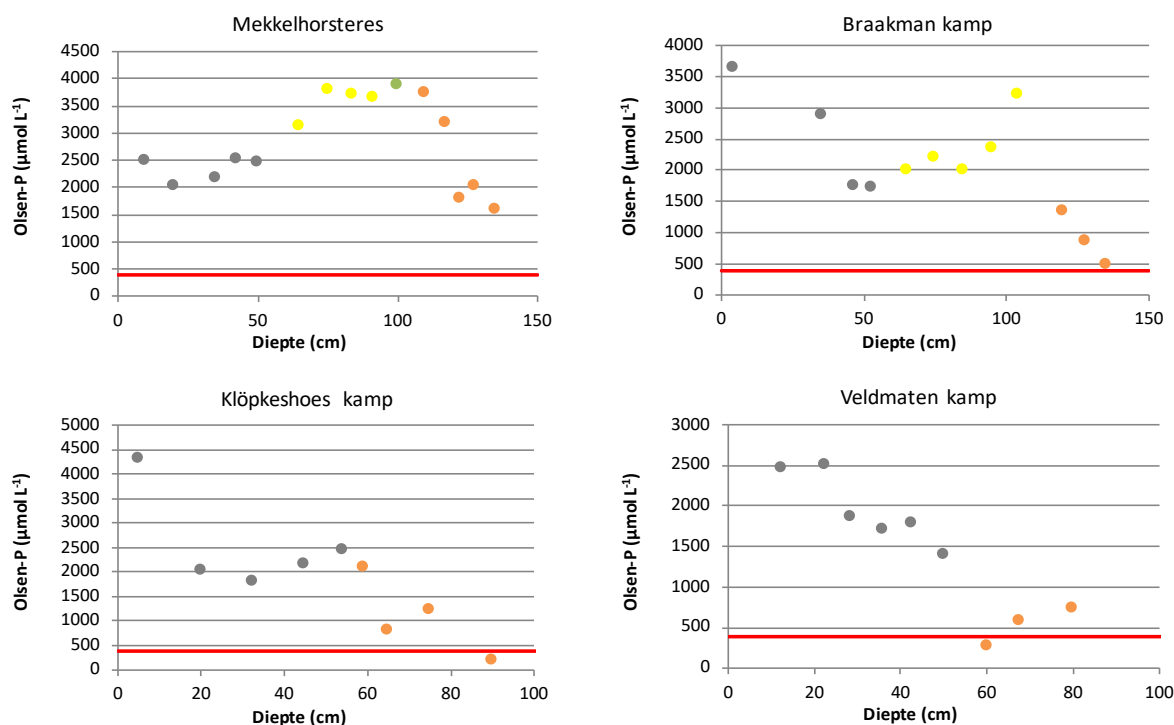
⁸⁶¹ Thaer (red), 1988, p. 52.

⁸⁶² Lamers *et al.*, 2005, p. 29; Smolders *et al.*, 2006.

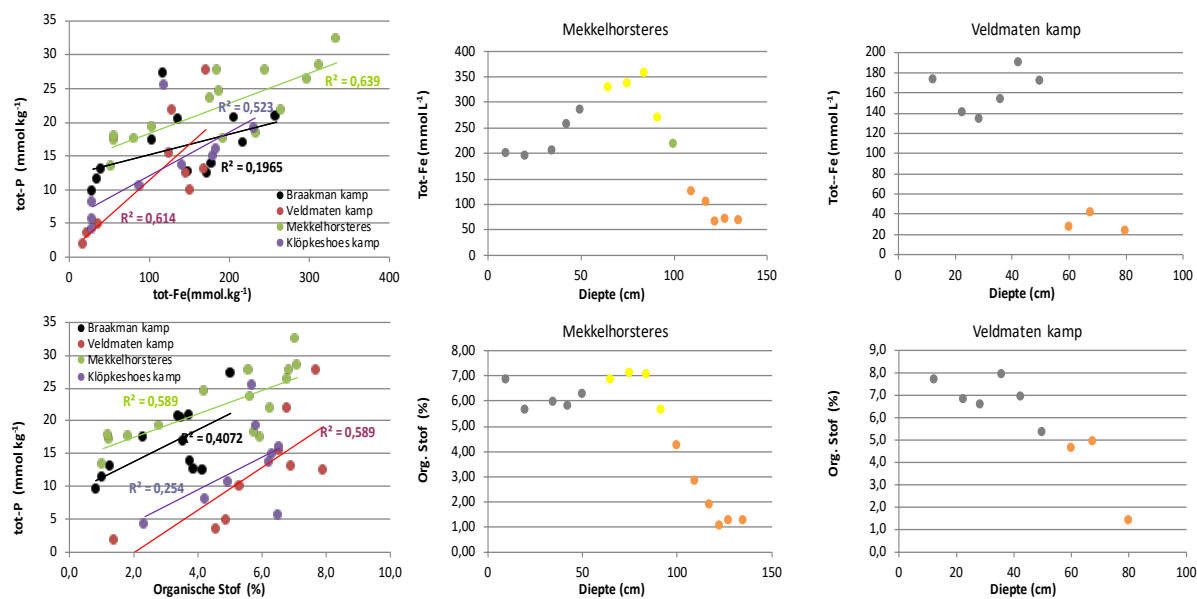
⁸⁶³ Bollons & Barraclough, 1999, p. 287. Uitgaande van een P-molmassa van 30,97 per gram en een soortelijk gewicht van zandbodems van $1,2 \text{ kg per liter}$ ($10.000/30,97$)* 1,2.

⁸⁶⁴ Rappol, 1993, p. 44-52.

⁸⁶⁵ Vergelijkbare patronen tussen Braakman kamp en Mekkelhorsteres; Klöpkeshoes kamp en Veldmaten kamp.



Figuur 6.9. Olsen-P in de fossiele bodem (oranje), strooisel/dunne organische plaggen (groen), bruine plaggen (geel) en zwarte plaggen (grijs), waarbij een gehalte lager dan $388 \mu\text{mol L}^{-1}$ bodem leidt tot limitatie en stagnatie van de gewasgroei. De afwijkende waarneming op 60 cm bij de Veldmaten heeft vermoedelijk te maken met omspitten van de bodem voorafgaand aan de plaggenbemesting. Dit is duidelijk te zien aan het bodemprofiel.

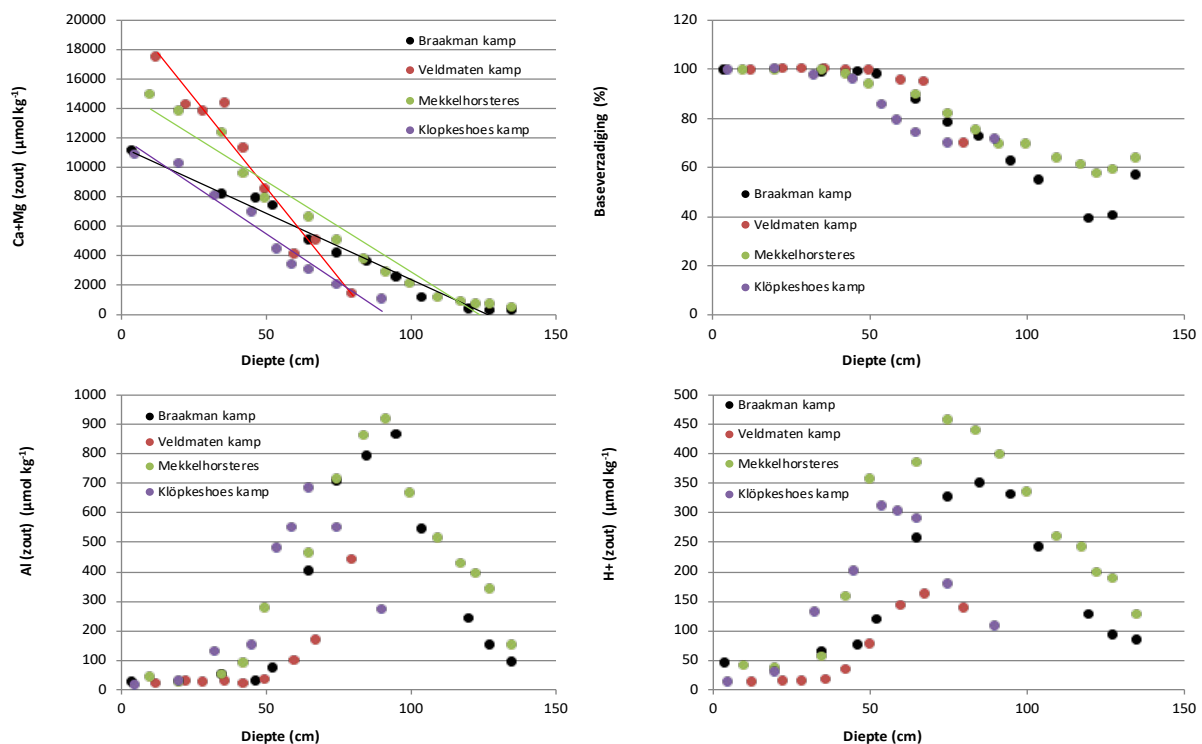


Figuur 6.10. Totaal P uitgezet tegen het totale gehalte aan ijzer (Fe) en organische stof. Een toenemend Fe-gehalte en aandeel organische stof leidt tot een hoger fosforgehalte in de bodem. Er zijn grote verschillen tussen de fossiele bodems en plaggenbodems met betrekking tot het Fe- en organisch-stofgehalte. De fossiele bodem (oranje) en plaggenbodems zoals strooisel/dunne organische plaggen (groen), bruine (geel) en zwarte (grijs) geven duidelijke verschillen met betrekking tot organisch-stof- en Fe-gehalte.

Bodemverzuring - Naast de K- en N-limitatie in de akkerbodems in de periode voorafgaand aan de plaggenlandbouw speelde ook verzuring vrijwel zeker een limiterende rol bij de voedselproductie. Een maat voor verzuring is de som van de concentratie calcium (Ca) en magnesium (Mg) in het zoutextract. Dit zegt iets over de kationbezetting van

het bodemadsorptiecomplex. Bij verzuring nemen Ca en Mg af en de bezetting met aluminium (Al) toe.⁸⁶⁶ Op de essen blijken deze concentraties in alle profielen van onder naar boven toe te nemen. De toename van de Ca- en Mg-concentraties hangt deels samen met een toename van het organisch-stofgehalte van de bodems. Met een toename van het organisch-stofgehalte neemt ook het aantal bindingplaatsen van kationen toe. De basenverzadiging, een andere maat voor verzuring, neemt bij alle profielen af in diepte (fig. 6.11).

Hieruit is af te leiden dat verzuring mogelijk ook een belangrijke rol speelde. Ammonium (NH_4^+) wordt in de bodem geoxideerd tot nitraat (NO_3^-) waarbij zuren in de vorm van waterstof (H^+) worden gevormd. Vooral in de bijgemengde stalmest zat veel NH_4^+ . Door verzuring kan de productie van landbouwgewassen afnemen, want verzuring leidt tot het uitspoelen van basische kationen.⁸⁶⁷ K is als eenwaardig kation het meest gevoelig voor uitspoeling als gevolg van verzuring. De uitgespoelde kationen komen dieper in de bodem terecht. Opvallend is dat naarmate het plaggendek wordt aangelegd en het plaggendek dikker wordt, de Ca- en Mg-concentratie toenemen. Het plaggendek werd als gevolg hiervan steeds minder gevoelig voor verzuring en uitspoeling van kationen. In de diepte nemen ook de concentraties Al en H^+ toe en op grotere diepte vervolgens weer af (fig. 6.11). Het kantelpunt valt samen met de start van de toepassing van zandhoudende plaggen; Mekkelhorsteres 90 cm, Braakman kamp 100 cm, Klöpkeshoes kamp 70 cm, Veldmaten kamp diepte 60 cm (fig. 6.4). Deze stoffen komen vrij bij bodemverzuring, waarna deze binden aan het bodemadsorptiecomplex. De toename van de verzuring kan het gevolg zijn van de 'bestedingsintensivering' van de landbouw, maar mogelijk ook met een toename van het aantal bindingsplaatsen, waaraan ze kunnen binden. De latere afname heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat de buffercapaciteit van de bodem in de loop van de tijd geleidelijk toenam, waardoor deze minder gevoelig werd voor verzuring.



Figuur 6.11. Ca+Mg-, Al- en H-concentraties en basenverzadiging op verschillende dieptes in de bodemprofielen. Voorafgaand aan de zandhoudende plaggenbemesting (Mekkelhorsteres 90 cm, Braakman kamp 100 cm, Klöpkeshoes kamp 70 cm, Veldmaten kamp diepte 60 cm) waren de Al- en H-concentraties relatief hoog en de Ca+Mg-concentratie en basenverzadiging relatief laag. Dit duidt op zure omstandigheden. Na de introductie van de plaggenbemesting nam de verzuring snel af door het opladen van het bodemadsorptiecomplex, gezien een toename van de basenverzadiging en Ca+Mg-concentratie.

Het bodemchemisch onderzoek maakt duidelijk dat fossiele cultuurlagen in de late middeleeuwen uitgeput raakten. Er was een tekort aan K en N, de bodem was zuurder en arm aan organische stof. Door toepassing van de plaggenbemesting werden de tekorten doorbroken. De bruine plaggen blijken een hoger Fe- en P-gehalte te hebben dan de zwarte. Vanuit de bodemkenmerken zijn de beekerdgronden (pZg) en kleiige beekdalgronden (ABk)

866 De Graaf *et al.*, 1994, p. 24.

867 Bobbink *et al.*, p. 1998, 717, 731-733.

ijzerhoudend en geven daarmee aanwijzingen voor de winlocaties.⁸⁶⁸

De elementen blijken in de verschillende lagen van de plaggenbodem gefixeerd, er is geen sprake van accumulatie op een toenemende diepte. Dit betekent dat verwerking en bodemvorming na begraving nauwelijks een rol speelt en de bodem daarmee een belangrijk bodemarchief (*paleosol*) vormt.

Thema C: Paleoecologische kenmerken van de plaggenbodems: een landschapsecologische reconstructie van het landschap voor en tijdens de plaggenlandbouw

Nu we weten dat de plaggenbodem als *paleosol* fungeert, is de volgende vraag of de bodem ook houdbaar is voor de paleoecologische samenstelling. De pollenzones zijn in grote lijnen in overeenstemming met de lithostratigrafische kenmerken. Op locatie Mekkelhorsteres heeft de overgangslaag (1Aap1/Aap2) de meeste kenmerken van het bruine plaggendek. Op locatie Braakman Kamp heeft deze meer verwantschap met het zwarte plaggendek (1Aap1), wat blijkt uit de kleur (fig. 6.12, tabel 6.3).

Op locatie Klöpfeshoes kamp blijkt de basis van het zwarte plaggendek op basis van het pollen een waarschijnlijk deel van het fossiele maaiveld te bevatten. Tijdens het veldonderzoek bleek dat de A-horizont erg dun was (15 cm) en als AE-horizont is onderscheiden (fig. 6.4). Dit betekent dat het zwarteplaggendek vermoedelijk wat jonger is (1672 ± 26 AD). Op locatie Veldmaten kamp blijkt het onderscheid in de twee lagen 1Aap2 en 1Aap2 binnen het zwarteplaggendek met een afname van bos samen te vallen (1680 ± 37 AD). Op locatie Punthuizen kamp valt de aanleg van het zwarte plaggendek samen met een bosafname (1702 ± 17 AD). Het bovenstaande maakt het mogelijk om de landschappelijke kenmerken vanuit de stratigrafische eigenschappen te bespreken.

Fossiele cultuurlagen op moderpodzolgronden uit de 11^{de} tot 12^{de} eeuw - Pollenzone 1 en 2 van het pollendiagram van de Mekkelhorsteres komt overeen met respectievelijk de bruine bosbodem (Bws-horizont) en fossiele cultuurlaag (Apb-horizont) (fig. 6.12; tabel 6.3). Het geringe aandeel boompollen van 15% en slechts geringe veranderingen in de verhoudingen tussen bos, heideachtigen, kruiden en granen wijzen in de richting van een open middeleeuws landschap. Opvallend zijn vooral de curven van rogge (*Secale*) en andere granen (*Cerealia*), die wijzen op accumulatie in de Bws-horizont en daarmee vermoedelijk ook op polleninfiltratie (bijlage 6.1). Vanuit archeologische gegevens zijn er aanwijzingen voor een nederzetting uit de ijzertijd.⁸⁶⁹ De aangetroffen aardewerkresten uit de bruine bosbodem zijn van een gesloten of tweeledige pot en dateren beide uit de late bronstijd tot vroege ijzertijd.⁸⁷⁰ Dat sluit aan op zowel de bekende nederzittingslocatie als de OSL-datering. In tegenstelling tot de andere diagrammen komt de ontginning niet in het diagram tot uiting. Vermoedelijk was er contaminatie met materiaal uit oudere akkerfasen. Zone 1 bevat een aantal taxa die vermoedelijk op de akkers groeiden, waaronder gewoon varkensgras (*Polygonum aviculare*), gewone spurrie (*Spergula arvensis*), alsem (*Artemisia*), ganzevoetfamilie (*Chenopodiaceae*) en schapen- of veldzuring (*Rumex acetosella* type). Andere opvallende soorten die een zwaartepunt hebben in de bruine bosbodem maar doorlopen in de fossiele akkerlaag (zone 2) zijn smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) en de mestschimmel *Sordaria* (HdV-55A), die mogelijk samen met het pollen van beemd-kroon (*Knautia arvensis*), smalle weegbree en blauwe knoop (*Succisa pratensis*) kenmerkend zijn voor vrij droge tot vochtige matig voedselrijke graslanden. Ze zijn kenmerkend voor akkerranden en randen van rivierdalen, waaronder de Dinkel en passen goed bij de landschapsecologische kenmerken van de onderzoekslocatie (fig. 6.13).⁸⁷¹ In samenhang met het bodemchemisch onderzoek vermoeden we een afwisseling tussen akkerbouw en perioden van braaklegging met beweiding.

Op locatie Braakman kamp, is er een duidelijke overgang te zien tussen de moderpodzolbodem en fossiele akkerlaag (fig. 6.4; 6.12). De bruine bosbodem bevat tussen de 65% en 30% boompollen die hoofdzakelijk zijn bepaald door zwarte els (*Alnus glutinosa*), eik (*Quercus*), hazelaar (*Corylus avellana*), beuk (*Fagus sylvatica*), hulst (*Ilex aquifolium*), linde (*Tilia*) en iep (*Ulmus*) (bijlage 6.1). Zoals gezegd lijkt de OSL-datering van de fossiele cultuurlaag te zijn beïnvloed door bijmenging van de onderliggende moderpodzolgrond. Bij het plaatsen van de taxa van de moderpodzolgrond in de tijd is veiligheidshalve de oude kant van de standaarddeviatie aangehouden. We weten immers dat contaminatie door het ploegen heeft plaatsgevonden en daarmee een te jonge datering voor de ontginningsfase geeft. Naar verwachting bestond het rivierduin in de 11^{de} eeuw nog uit een rijk beuken-eikenbos waarin grazige plekken voorkwamen, gezien de opvallende curven van de grassenfamilie (*Poaceae*), smalle weegbree, ranonkelfamilie (*Rununculaceae*), varens (*Monoete psilate* sporen), veenmos (*Sphagnum*) en de mestschimmel *Sordaria* (HdV-55A).

868 Ebbers & Van het Loo, 1992, p. 110-113; 123.

869 ARCHIS-waarnemingsnummer 13803, objectcode 18CN-64.

870 NCL71115310, TDB-OSL6: 785 ± 180 v.C.; Gevonden na het uitzeven van de bodemchemische monsters en gedetermineerd en gedateerd (late bronstijd/vroege ijzertijd) door Huub Scholte Lubberink (Bureau RAAP).

871 Weeda *et al.*, 1988, p. 285-289.

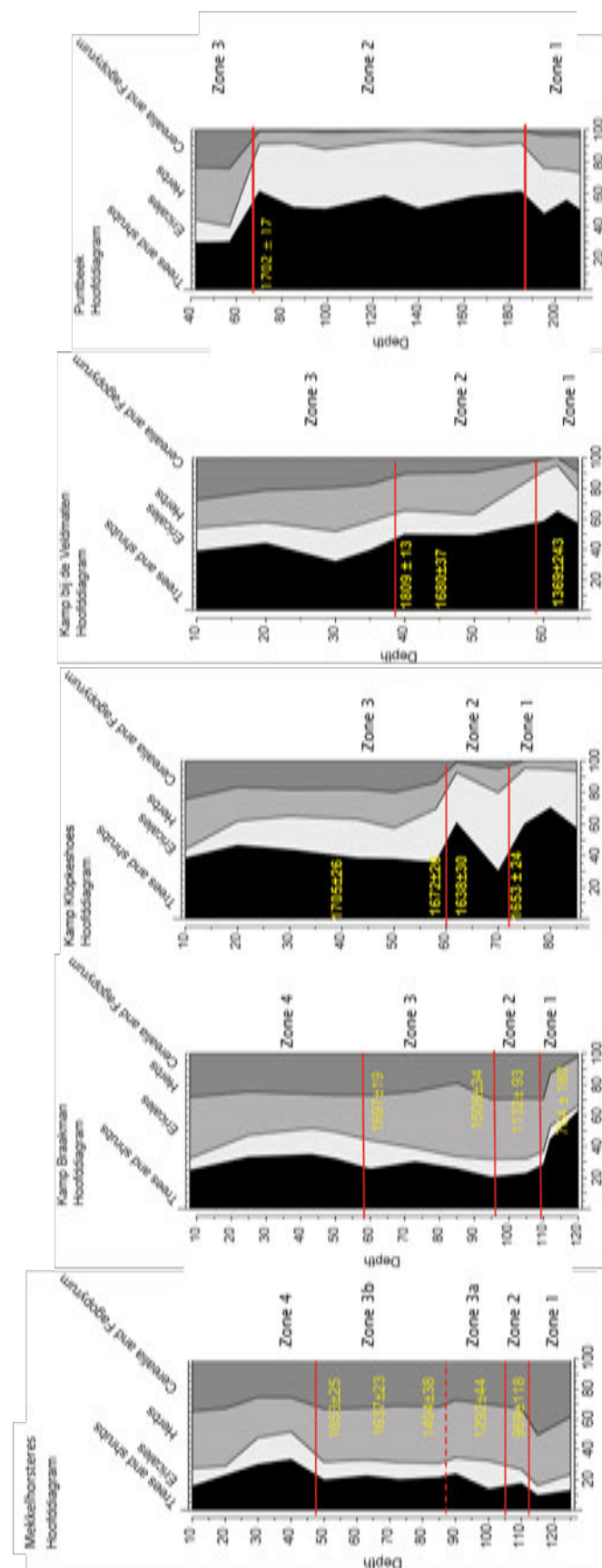


Fig. 6.12. Hoofddiagrammen van de plaggenbodems, waarin de OSL-dateringen van de stratigrafische opbouw zijn weergegeven en onderscheid is gemaakt tussen het oud oppervlak, een eventuele overgangslaag, de bruine- en/of zwarte plaggenlaag.

Tabel 6.3: Overzicht van de pollenzones in relatie tot het oud oppervlak, bruine- en/of zwarte plaggenlaag en eventuele overgangslagen.

Pollenzone	Mekkelhorsteres	Braakman kamp	Klöpfeskamp	Veldmaten kamp	Puntbeek kamp	Zandhuizen
natuurlijke bodem/ plaggentype	oud opp bruin zwart	oud opp bruin zwart	oud opp over- gang zwart	oud opp over- gang zwart	oud opp zwart	zwart
Zone 1	S125	S120, 110	S85-70	S85-62	S70	
Zone 2	S115, 110	S105	S62	S60	S57	
Zone 3a	S100	S95-60	S62-10	S40-10	S42	
Zone 3b	S90-63					
Zone 4	S50-40	S50-43				
Los spectrum						S62
Bodem eigenschappen	moder podzol grond fossiele cultuurlaag	humus podzol grond vaag grond				

Bij de datering van de fossiele akkerlaag is om dezelfde reden de jonge kant van de standaarddeviatie aangehouden wat een datering van de ontginningsfase uit de 13^{de} eeuw oplevert. We zien dan een afname aan boompollen, grassen en varens, maar gelijktijdig een sterk oplopende curve van rogge, andere gecultiveerde grassen en het schapenzuring-type.

Humuspodzolgronden zonder fossiele akkerlagen tot aan het midden van de 17^{de} eeuw - Locatie Klöpkeshoes kamp en Veldmaten kamp liggen buiten de middeleeuwse bewoningsgebieden (fig. 6.1). Bodemkundig gezien bestond het oud oppervlak hier uit humuspodzolgronden, waarin aanwijzingen voor cultivatie ontbreken. De humushoudende bovengrond vertoont uitspoelingskenmerken (AE) en de bandjes B-horizont van deze haarpodzolgronden wijzen op uitlogingsprocessen. Desondanks zijn in beide horizonten duidelijk curven van linde, iep en hazelaar zichtbaar (bijlage 6.1). Aangezien linde afhankelijk is van bestuiving door insecten en de curven op beide locaties tot aan het midden van de 17^{de} eeuw doorlopen, zijn er aanwijzingen voor een nabije aanwezigheid van loofbossen waarin nog lindes voorkwamen (fig. 6.13). Verderop in dit hoofdstuk wordt daar op basis van kartografische en toponymische gegevens verder op ingegaan. Naast boompollen is er een aantal soorten van moeras- en veengebieden aangetroffen. Het voorkomen van koningsvaren (*Osmunda regalis*), strikt gebonden aan de fossiele bodem op locatie Klöpkeshoes, wijst op zure, natte, kalkarme zand- en veengrond.⁸⁷² Gezien de bodemkundige eigenschappen moet deze soort buiten de kamp zijn voorgekomen, vermoedelijk in nabijgelegen veengronden (hoofdstuk 3) (fig. 6.13). In thema D krijgt dit een verdere uitwerking. Duidelijk aanwijzingen voor open graslanden ontbreken, er zijn wel diverse soorten die wijzen op een nabije ontginning tot akker. Het aandeel boompollen neemt af van circa 60% naar 30% ten gunste van heideachtigen, kruiden en granen. Opvallend is het ontstaan van de curven van rogge, gecultiveerde grassen en het schapenzuring-type, die in beide locaties een min of meer zelfde trend vertonen.

Vaaggronden tot aan het begin van de 18^{de} eeuw - De profielen Punthuizen en Zandhuizen liggen op stuifzand. Op locatie Punthuizen bevatte het stuifzand een humushoudende bandering die pollenhoudend was. Opvallend is dat de humushoudende banden in vergelijking met de plaggenbodem een hoog aandeel boompollen (60%) van hoofdzakelijk zwarte els bevat. Daarnaast was het aandeel heideachtigen (*Ericales*) (30%) aspectbepalend in het pollendiagram (bijlage 6.1). Opvallend genoeg wijzen de algen en schimmels op verstoorde, natte en ondiepe omstandigheden, waarin mest en veenmos aanwezig waren (fig. 6.13).⁸⁷³ In hoofdstuk 7 wordt de genese van deze natte verstoringsbodem uitgebreid besproken. De vernattingsfase blijkt een gevolg van overstuiving van het natuurlijke afwateringssysteem.

Na de pollensamenstelling van de natuurlijke bodems worden nu de plaggenlagen in chronologische volgorde besproken. Ondanks dat de diagrammen doorlopend lijken, zijn de spectra uit de plaggen feitelijk een opeenstapeling van losse spectra, die een menging van pollen uit wingebieden (plaggen steken), de graasgronden van landbouwhuisdieren via mest en de pollenneerslag op de locatie zelf representeren.

Strooisel/dunne organische plaggen uit de 13^{de} tot 14^{de} eeuw - Op de Mekkelhorsteres ligt op de fossiele akkerlaag een donkere laag die als relict van een periode van de winning van dunne organische plaggen is geïnterpreteerd. Naast het veel hogere organisch-stofgehalte van deze laag (14,2%) in vergelijking met die van de fossiele akkerlaag (1,9-2,8%) en bovenliggende bruine plaggenlaag (5,6-7,1%) zijn er vanuit de taxa enige aanwijzingen voor een voedselarmere vegetatie.⁸⁷⁴ Egelskop (*Sparganium*) kan via plaggen uit de aangrenzende Mekkelhorstgeul zijn meegekomen. Het aandeel heideachtigen is wat hoger dan in de opvolgende plaggenlagen en bevat soorten zoals kleine zonnedauw (*Drosera intermedia*), vlas of geelhartje (*Linum*), zwart hauwmos (*Anthoceros punctatus*) en land- of watervorkje (*Riccia*). Ze zijn kenmerkend voor het dwergbiezenverbond (*Nanocyperion-flavescentis*) en daarmee kenmerkend voor pioniermilieus en vrij voedselarme akkers of plagmilieus (fig. 6.14).⁸⁷⁵ De curven van de cypergrassen (*Cyperaceae*), varens met *verrucate* sporen en het voorkomen van egelskop zijn kenmerkend voor deze laag. Uit historische bronnen is bekend dat organische modder uit sloten werd gebruikt voor de bemesting van akkers (paragraaf 6.1). Dit betekent ook dat er aanwijzingen zijn voor een strikt lokale herkomst van het dwergbiezenverbond en daarmee een afwisseling van akkerbouw en braaklegging met beweiding.

Bruine plaggendecken uit de 15^{de} tot 17^{de} eeuw - Het onderscheid tussen bruine en zwarte plaggendecken is vanuit paleoecologisch onderzoek minder duidelijk dan eerdere onderzoekers aangaven. Het bespreken van alle taxa is daarom niet zinvol omdat deze een mix van verschillende herkomsten en de lokale akkervegetatie bevatten. Kenmerkende akkersoorten die specifiek in bruine plaggen voorkomen, zijn gewoon varkensgras, vlas of geelhartje, rode schijnspurrie (*Spergularia arvensis*) en ooievaarsbek (*Geranium*). Overige soorten die alleen in de bruine plaggenlaag voorkomen, zijn moerasspirea (*Filipendula ulmaria*), walstro (*Galium*) en het munt-type (*Mentha*). Dit zijn overwegend

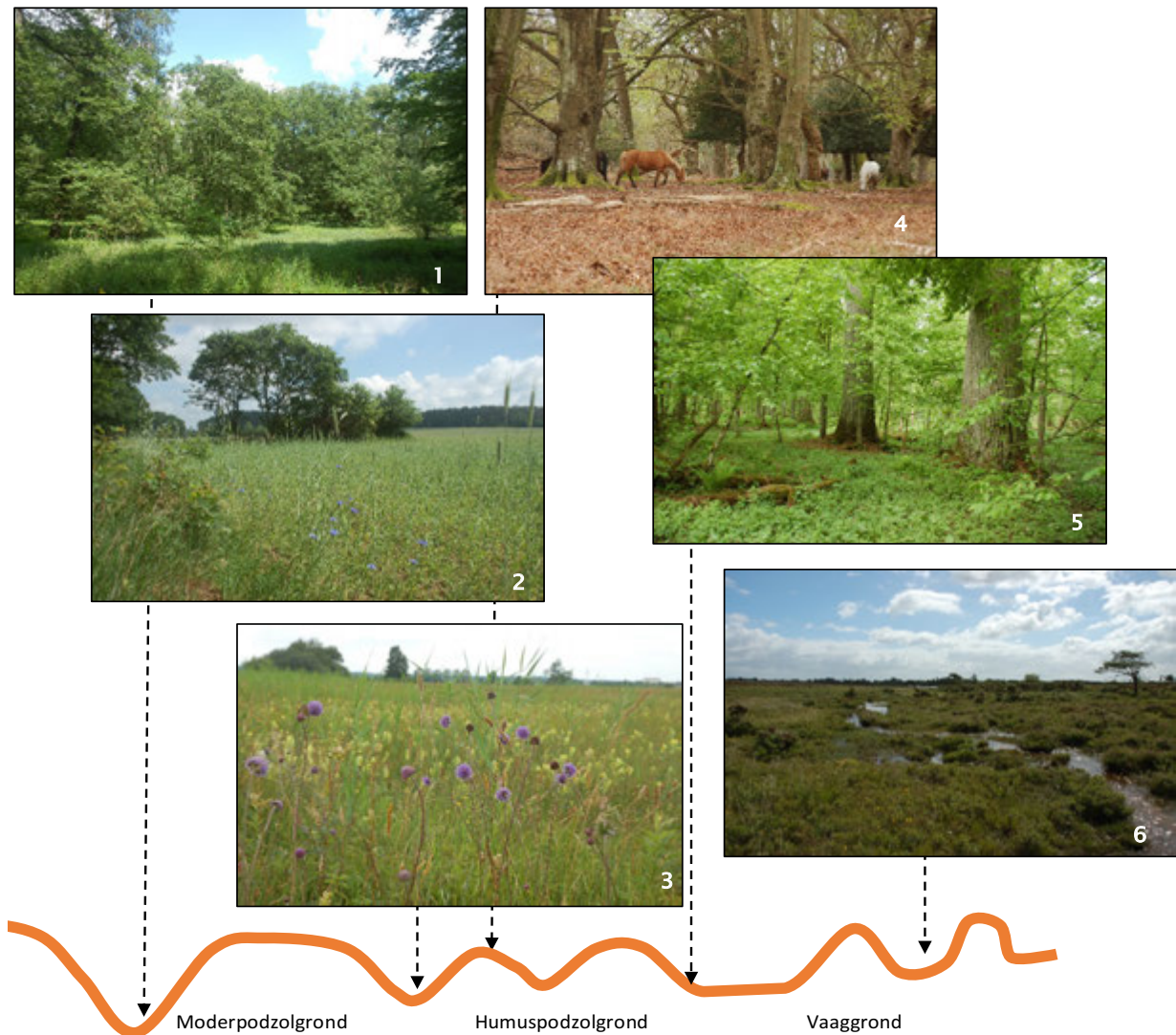
872 Weeda *et al.*, 1985, p. 29-31.

873 Bijlage 1.2: *Zygnema* type (HdV-58), *Gelasinospora* (HdV-1), *Sporormiella* (HdV-113), *Debarya* (HdV-214), *Tilletia sphagni* (HdV-27).

874 Dataset bodemchemisch onderzoek, uitgevoerd door onderzoekscentrum B-WARE.

875 Weeda *et al.*, 1991, p. 20-21; Weeda *et al.*, 1985, p. 200-201; Eysink & De Bruijn, 1994; Koelbloed & Kroeze, 1965, p. 104-110; Hofstra & Eysink, 1997, p. 19-26; Lemaire *et al.*, 1998, p. 147-172.

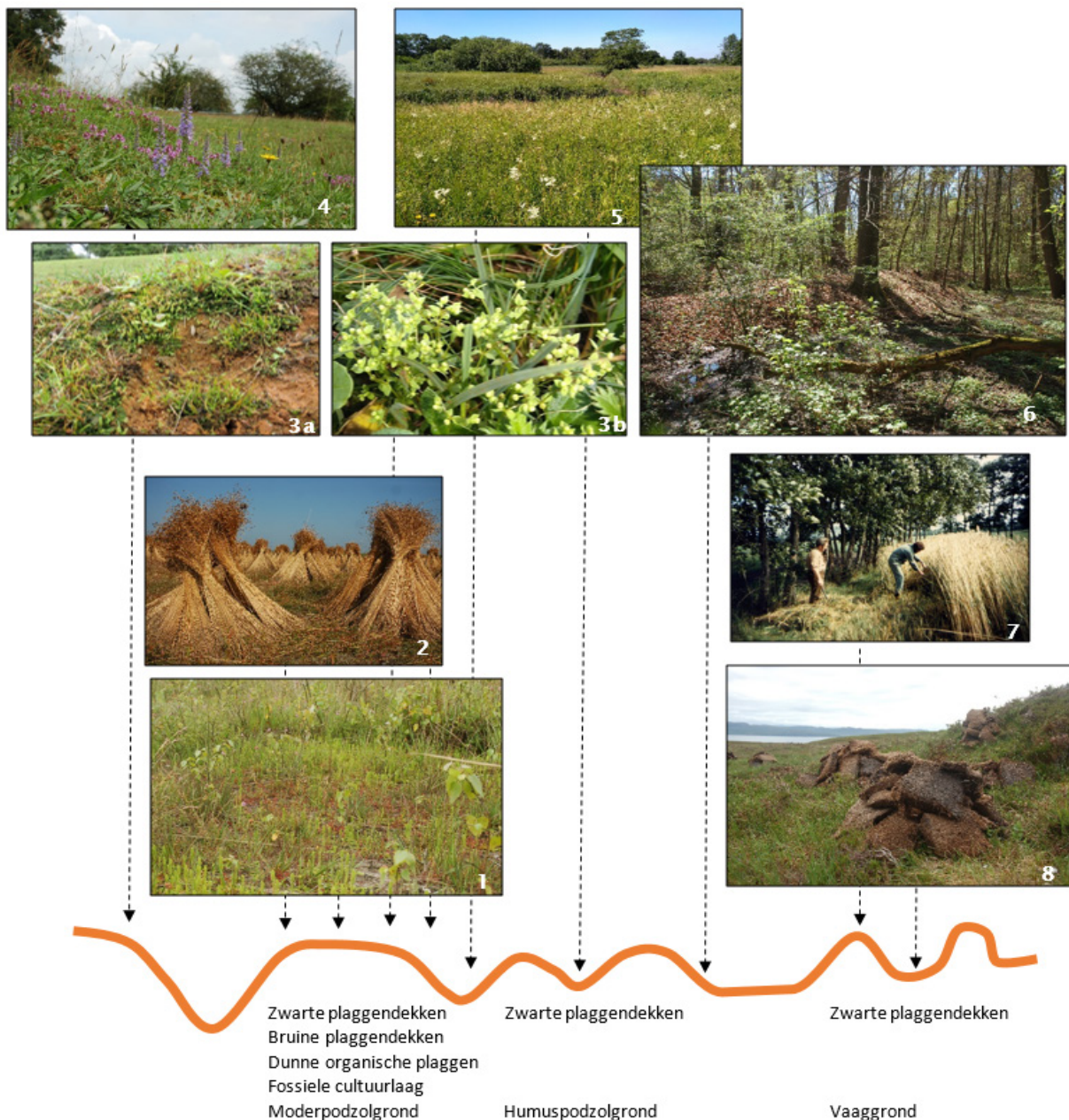
soorten van natte tot wisselvochtige milieus, die de winlocaties typeren (fig. 6.14). Echter, onder het munttype dat alleen op locatie Braakman is aangetroffen, vallen ook drogere soorten waaronder akkermunt (*M. arvensis*), wilde marjolein (*Origanum vulgare*), grote en kleine tijm (*Thymus pulegioides* en *T. serpyllum*). Dergelijke soorten kwamen rond het begin van de 20^{ste} eeuw nog in het aangrenzende Hassinkhofbos langs de Dinkel voor (fig. 6.14).⁸⁷⁶



Figuur 6.13. Schematisch overzicht van het landschap tussen de Mekkelhorst en Punthuizen voorafgaand aan de plaggenlandbouw in de volle middeleeuwen (nr. 1 t/m 3) en nieuwe tijd voor 1650 AD (nr. 4 en 5). Het rivierduin van Braakman (moderpodzolgrond) bestond uit een rijk loofbos met soorten zoals iep en linde (zoals Elbholz, nr. 1). De Mekkelhorstes (moderpodzolgrond) was al als graanakker in wisselend gebruik (zoals in Govelin: nr. 2). De soortensamenstelling van de matig voedselrijke graslanden wijst op drogere en vochtige delen van akkers en paleogeulen (zoals de Blauwe hel bij Veenendaal, nr. 3). Op de verder van de Dinkel gelegen ruggen (humuspodzolgrond) kwamen begraaide Beuken-eikenbossen voor (zoals het Matley wood in New Forest, nr. 4). De terrasrestruggen (humuspodzolgrond) in het oostelijke paleogeulensysteem waren nog niet ontgonnen of verstoven (nog geen vaaggronden) en bestonden deels uit loofbossen met linde (zoals het bosgebied van Bialowieza, nr. 5). In de geulen zelf kwamen doorstroomvenen en hoogvenen voor (zoals in New Forest, nr. 6).

Zwarte plaggendekken uit het midden van de 17^{de} tot begin 20^{ste} eeuw - Kenmerkend voor de palynologie van de onderzochte zwarte plaggendekken zijn de sterker uitgesproken curven van veenmos in vergelijking met de bruine plaggenlaag, een teken dat de aangevoerde plaggen vermoedelijk in meer stabiele natte milieus zijn gewonnen. Vanuit de niet-pollen palynomorfen zijn daar ook aanwijzingen voor, want diverse algen wijzen op ondiep water, namelijk *Zygnema* type (HdV-62), *Mougeotia laetevirens* type (HdV-373), *Botryococcus* en *Debarya* (HdV-214). De schimmel *Gelasinospora* (HdV-1) wijst op verkoolde lagen, mogelijk door het afbranden van heide. Ondanks de graasdruk was het landschap niet geheel boomloos vanaf de 17^{de} eeuw. De schimmels *Sporormiella* (HdV-113) en *Cercophora* type

876 Bernink, 1926; Westhoff & Jansen, 1990; Dingeldein, 1948.



Figuur 6.14. Schematisch overzicht van het landschap tussen de Mekkelhorst en Punthuizen voorafgaand aan de plaggenlandbouw in de late middeleeuwen (13^{de} eeuw) tot in de nieuwe tijd (17^{de} eeuw) (nr. 1 t/m 5) en een jongere fase vanaf de nieuwe tijd (na 1650 AD) (nr. 6 t/m 8). Het rivierduin van de Mekkelhorsteres was voedselarm en bezat op een aantal plekken een pionier- en heidevegetatie (zoals nr. 1, een afgeplagd terrein bij Winterswijk-Woold). Er werd naast granen ook vlas verbouwd (zoals in Noord-Friesland, nr. 2). Op de akkers en wingebieden van plaggen kwam een dwergbiezenverbond voor (zoals nr. 3a bij Lattrop aan de Dinkel en nr. 3b in de duinen bij Ouddorp). Op de randen van de es en in het Dinkeldal zijn aanwijzingen voor de associatie van schapengras en tijm (zoals nr. 4 in het Borkener Paradijs aan de Eems). In de grondwatergevoede paleogeulenstelsels kwamen matig voedselrijke graslanden voor (zoals aan de Drentse Aa bij Oudemolen, nr. 5). Vanaf de 17^{de} eeuw kwamen aanvankelijk nog beuken-eikenbossen en vogelkersessenbossen voor (zoals in het Dinkeldal bij Beuningen, nr. 6) en op de kamptongingen werd onder andere rogge verbouwd (zoals in Peize in de jaren '80 van de vorige eeuw, nr. 7). Het hoogveenlandschap verdween in de 17^{de} eeuw in een snel tempo door de turf- en plaggenwinning (zoals zichtbaar op Isle of Skye in Schotland, nr. 8).

(HdV-112) zijn kenmerkend voor zowel mest als dood hout (bijlage 1.2). Een variërende herkomst van deze plaggen blijkt uit het pollen van moerassen, matig voedselrijke graslanden en loofbossen. Het pollen van klokje (*Campanula*), valeriaan (*Valeriana*), basterdwederiktype (*Epilobium* type) gewone es (*Fraxinus excelsior*) en esdoorn (*Acer campestre*) duidt op moerassen, matig voedselrijke graslanden of rijke loofbossen, waaronder het vogelkersessenbos. Vuilboom (*Rhamnus frangula*) en adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*) zijn meer kenmerkend voor beuken-eikenbossen en daarmee drogere gronden. Langs de Dinkel komen deze bostypen volgend op de hoogtegradiënt voor (fig. 6.14).

Opvallend zijn soorten die zowel in de bruine als zwarte plaggendecken voorkomen en qua soortensamenstelling kenmerken hebben van het dwergbiezenverbond. In de vorige eeuw was de gemeenschap kenmerkend voor graanakkers op vochtige, verslachte of lemige gronden, vooral in ploegvoren. Daarbuiten kwam de gemeenschap ook voor op begraasde, opengetrapte terreindelen en plagplekken. De gemeenschap is tegenwoordig zeldzaam door de milieueffecten van vermesting, verzuring en verdroging (fig. 6.14).⁸⁷⁷ De soortensamenstelling in de plaggendecken bevatten geel hawmos (*Phaeoceros laevis* subsp. *carolinianus*), dwergvlas (*Radiola linoides*), zwart hawmos en land- of watervorkje. Bijzonder is dat kort na het afgraven van de voedselrijke bouwvoor in het natuurreservaat Stroothuizen de gemeenschap was teruggekeerd, maar vervolgens is verdwenen.⁸⁷⁸ Recentelijk is de gemeenschap ook aangetroffen langs de Dinkel bij Lattrop. Daar komt hij voor als een periodiek overstromend en door paarden kort afgevreten vegetatie, deels op een opengetrapte bodem.⁸⁷⁹ Het voorkomen van dwergvlas wijst in de richting van de draadgentiaanassociatie (*Cicendietum filiformis*), een typische pioniergezelschap in vochtige heide, heischraal grasland, blauwgrasland en oeverkruidgemeenschappen.⁸⁸⁰ Blauwe knoop en smalle weegbree laten zien dat zowel in oude als jonge cultuurgebieden beweid, matig voedselrijke graslanden voorkwamen.

Uit de diverse soorten plaggen zijn vegetatietypen afgeleid die vanuit de landschapsecologische kenmerken in een gradiënt voorkomen (fig. 6.14). Het westelijke deel van het studiegebied representeert de periode tussen de late middeleeuwen (13^{de} eeuw) en de moderne tijd (begin 20^{ste} eeuw), het oostelijke deel de periode vanaf de nieuwe tijd (>1650 AD) tot de moderne tijd (begin van de 20^{ste} eeuw). Vanaf het midden van de 20^{ste} eeuw komen deze landschappen met zijn kenmerkende soorten hoofdzakelijk in natuurreservaten voor.

Thema D: Historisch landgebruiksdynamiek voor en tijdens de plaggenlandbouw: een landschapsreconstructie op basis van historische en kartografische gegevens

Nu er een overzicht is van de ligging van plaggenbodems en de ontwikkeling van de plaggenlandbouw kunnen we ons een beeld vormen over het effect op de ecosystemen op basis van verschillende bronnen.

Cultuurlandschap op basis van kartografische gegevens -De pollensamenstelling van de fossiele bodems van Braakman kamp, Klöpfeshoes kamp en Veldmaten kamp wijzen op de aanwezigheid van rijke loofbossen waar zelfs linde en iep tot in de vroege nieuwe tijd voorkwamen. De vraag is nu waar deze ecosystemen lagen. Een van de vroegst bruikbare set van kaarten voor de verificatie van mogelijke hier aanwezige bossen zijn die van het graafschap Bentheim en Steinfurt die door Blaeu tussen 1635 en 1672 AD is gepubliceerd (fig. 6.15).⁸⁸¹ Op deze kaart staan de steden Oldenzaal en Ootmarsum, het dorp Denekamp en de belangrijkste buurschappen en erven waaronder Beuningen, Punte (erve Punte in Punthuizen) en Eichman (erve Eekman) afgebeeld. Hierdoor zijn de gekarteerde bossen globaal te lokaliseren. Dit levert aanwijzingen op voor de toenmalige aanwezigheid van bos in de Mekkelhorstgeul (nr. 1) tussen de Mekkelhorsteres en Berghum, het Hassinkhofbos ten westen van de Mekkelhorst in het Dinkeldal (nr. 2), de Veldmaten bij erva Bekboer (nr. 3) en de Puntbeek bij Punthuizen (nr. 4) (fig. 6.15).

Tussen 1773 en 1794 AD hebben militaire ingenieurs onder leiding van Hottinger Noord- en Oost-Nederland in kaart gebracht. Twente is tussen 1788 en 1792 AD in kaart gebracht en geeft door zijn schaal van 1:14.400 uitzonderlijk veel detail weer.⁸⁸² Binnen de marken worden diverse buurschappen zoals Voelenhoek, Hunderhoek, Mekkelhorst en belangrijke erven zoals Punte, Beverborg, Hassinkhof, Zonnebeek, Stroothuys en Zwartkamp weergegeven. Bossen liggen dan alleen nog in het Dinkeldal, waaronder bij de Hassinkhof, enkele restanten in de Mekkelhorstgeul en een aanzienlijk oppervlak langs de Puntbeek (fig. 6.16).⁸⁸³ Opvallend is dat zowel de Mekkelhorster landweer als de Beuninger landweer nog op deze kaart staan afgebeeld.⁸⁸⁴ De Mekkelhorster landweer is omgeven door het oude middeleeuwse cultuurlandschap (fig. 6.16) en vormde daarmee een grens tussen cultuurgebieden en ongecultiveerde gebieden. De hooilanden bij het erva Bekboer (Veldmaten kamp) zijn op de nettetekening van de topografisch militaire kaart uit 1848 AD als Veldmaten aangeduid. Op de kaart van Hottinger blijkt de beek langs de Veldmaten nog Zombeek genoemd. Deze naam kan teruggaan op Zompbeek. Som verwijst vermoedelijk naar het Germaanse *sumpa*, een beek die ontspringt in een moeras.⁸⁸⁵ Op basis van deze kaart kunnen we het toponiem Sombroocks Beecke herleiden. In het Beuninger markeboek staat namelijk vermeld dat in 1714 AD de Sombroocks Beecke geschoond moest worden.⁸⁸⁶

877 Lemaire *et al.*, 1998, p. 147-172.

878 Lemaire *et al.*, 1998, p. 147-172, waarbij de associatie van dwergbloem en hawmos (*Centunculo-Anthocerotetum Punctati*) de meeste overeenkomsten bezit.

879 Ontdekt door F. Eysink, Unie van Bosgroepen.

880 Lemaire *et al.*, 1998, p. 163-165; Eysink & De Bruijn, 1994.

881 Beeldbank Vrije Universiteit van Amsterdam; University of California.

882 Versfelt, 2003, p. 56-57.

883 Versfelt, 2003, p. 56-57.

884 Olde Meierink, 1980, p. 20, 84-106; Brokamp, 2007, p. 193-195.

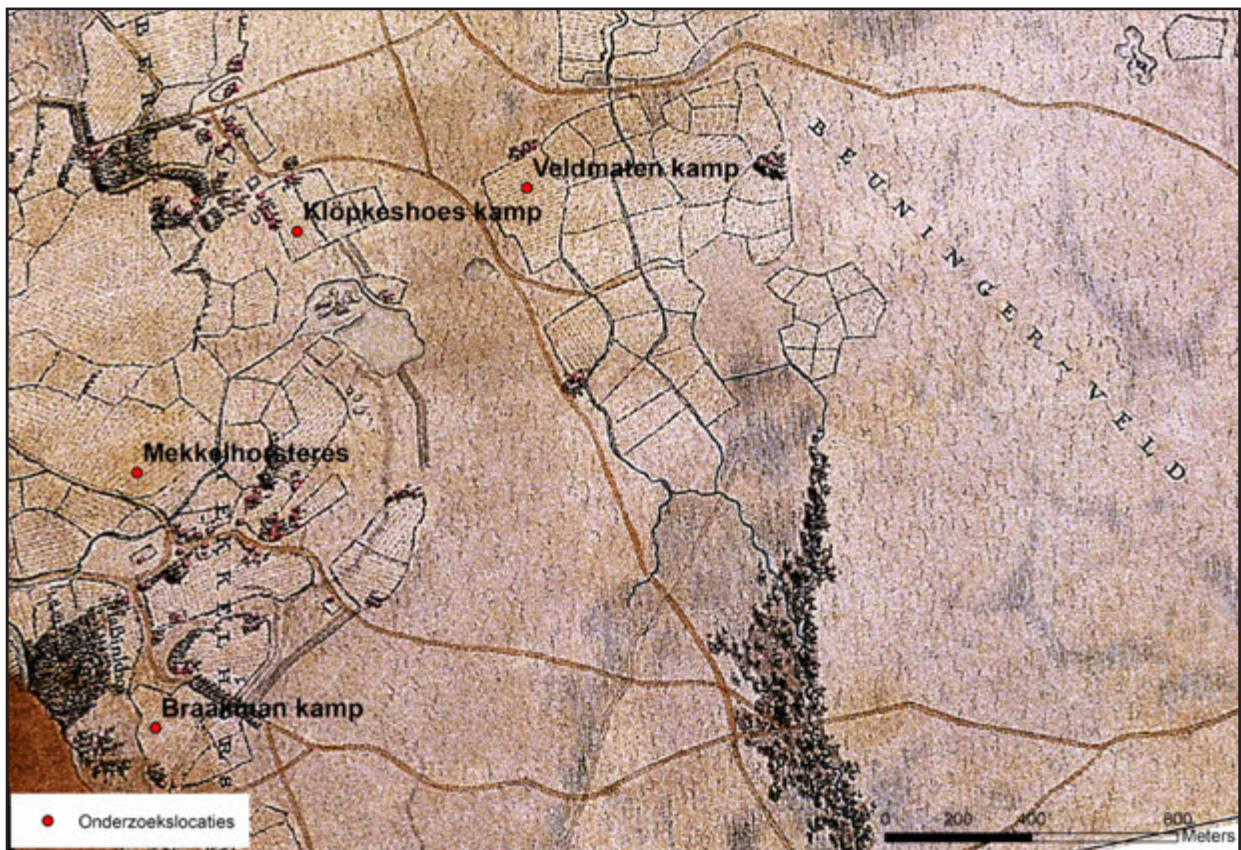
885 Geïntegreerde Taalbank, WNT.

886 Koop & Smeenge, 2016, Beuningen, p. 115.

Figuur 6.15. Aanwezige boskernen op de kaart van Blaeu uit de periode tussen 1635 en 1672, genaamd Comitatus Bentheim et Steinfurt. Bron: University of California. Er zijn voor dit onderzoek vier belangrijke boslocaties aanwezig: 1) Mekkelhorstgeul, 2) Hassinkhofbos, 3) Veldmaten, 4) Puntbeek.



Figuur 6.16. De Veldmaten op de Hottingerkaart, waarbij voor de orientatie de hedendaagse toponiemen van de kaart zijn toegevoegd. Opvallen is de weergave van de Mekkelhorster landweer (in een oosterlijke boog tussen Braakman kamp en de Klöpkeshoes kamp) en de Beuniger landweer (tussen het broekbos langs de Puntbeek en Veldmaten kamp). De diverse beekvertakkingen in het cultuurgebied tussen de Beuniger landweer en Veldmaten kamp werden voor de ontginning genoemd en na de aanleg van een ingenieuws watersysteem Veldmaten.



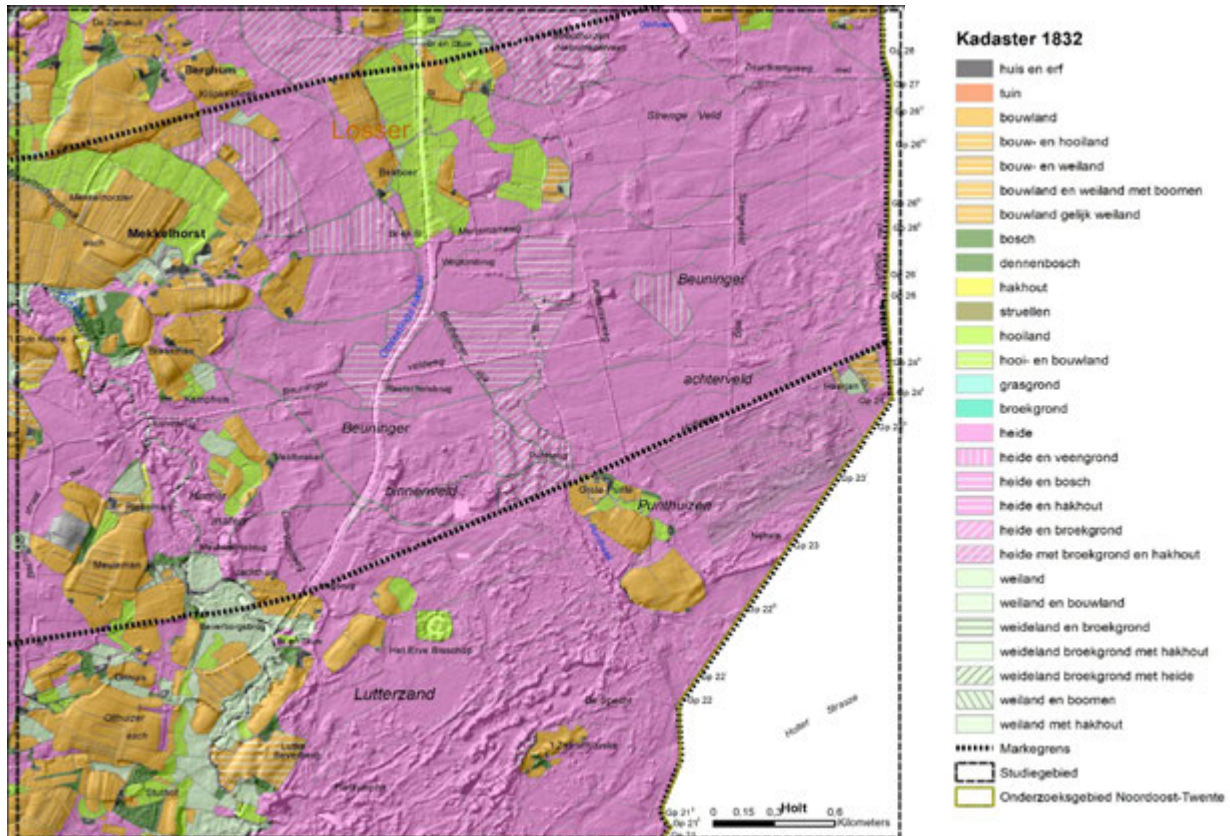
Broek is afgeleid van het Germaanse *brôka* dat aanvankelijk als een gesloten moerasbos en pas later als synoniem kwam te staan voor moerasgebieden.⁸⁸⁷ Op de Hottingerkaart blijkt de Zombeek in een bosrelict te ontspringen, maar werd periodiek vanuit het zuidwestelijk gelegen Dinkelsysteem gevoed. Met behulp van deze kartografische studie weten we dat dit Sombroek waarschijnlijk na ontginning als Veldmaten werd aangeduid. De kaart van Blaeu toont de vermoedelijke eindfase van de bosgeschiedenis in het Sombroek, want de OSL-datering van het omslagpunt tussen bos en een meer open landschap op de flank van dit gebied (Veldmaten kamp en Klöpkeshoes kamp) wijst in de richting van een 17^{de} eeuwse ontginning. Na ontginning tot Veldmaten werden vele beekloopjes gesplitst, mogelijk ten behoeve van bevoeiing van de landerijen (fig. 6.16).⁸⁸⁸ De kaart van Hottinger toont open water ten zuiden van

887 Spek, 2004, p. 212.

888 Hoofdstuk 4.

de onderzoekslocaties Klöpkeshoes Kamp en de Veldmaten kamp en verder nog in het oosten bij Stroothuizen. In hoofdstuk 3 is beschreven dat de eerste onderdeel uitmaakten van het Hornven, de laatste werd Oortven genoemd. Ze vormden de laatste restveenlocaties van het paleogeulenstelsel van het Pleistocene riviersysteem van de Dinkel en zijn waarschijnlijk door turf- en plaggenwinning verdwenen.

In de 19^{de} eeuw was er niet veel bos meer over, gezien het Oorspronkelijk Aanwijzende Tafel (OAT) van het kadastrale minuutplan uit 1832 AD. Ruimtelijk gezien blijkt bos alleen nog in het Hassinkhof en bij enkele erven in de buurschappen voor te komen (fig. 6.17). De overige bosgebieden waren klaarblijkelijk in de tussentijd verdwenen, waarschijnlijk ten gevolge van de sterke bevolkingsgroei en intensivering van de (plaggen)landbouw (hoofdstuk 2).



Figuur 6.17. Kadastrale minuutplan met invulling van het grondgebruik van de Oorspronkelijk Aanwijzende Tafel (OAT) van 1832 AD. Voor de oriëntatie zijn de hedendaagse toponiemen van de topografische kaart toegevoegd.

Cultuurlandschap op basis van gebruikskonflikten in de markeboeken - Volgens de markeboeken van Beuningen en De Lutte vonden er tussen 1443 en 1856 AD talrijke veranderingen in het landgebruik plaats. Ze wijzen op een intensivering van het gemeenschappelijke grondgebruik, waardoor steeds meer delen van de markegronden overbelast raakten, met conflicten tot gevolg (fig. 6.17; bijlage 6.2). Vóór circa 1630 AD gingen de conflicten vrijwel uitsluitend over het akeren met varkens, houtschaarste of het overgebruik van bossen.⁸⁸⁹ Het verdwijnen van bos vanaf 1630 is ook vanuit de kartografische gegevens opgemerkt.

Het tweede dat we uit de markeboeken kunnen opmaken, is dat na 1630 AD de turf uit het Beuninger- en Lutterveenschaars werd en niet meer buiten de marke verkocht mocht worden. In het markeboek gingen conflicten over verschillende soorten plaggen, die in verschillende milieus gewonnen werden. Hondeplaggen kwamen vermoedelijk uit rijkere en moerige gebieden, die periodiek onder water stonden. Het verwijst vermoedelijk naar het Middelnederlands woord *unde*, wat wijst op natte omstandigheden.⁸⁹⁰ Turf en hondeplaggen kwamen vermoedelijk uit hetzelfde milieu, maar de boete op teveel turf steken was in vergelijking met hondeplaggen twee keer zo hoog, waardoor we aannemen dat ze minder goed brandden, mogelijk door een hogere zandfractie.⁸⁹¹ In 1666 en 1676

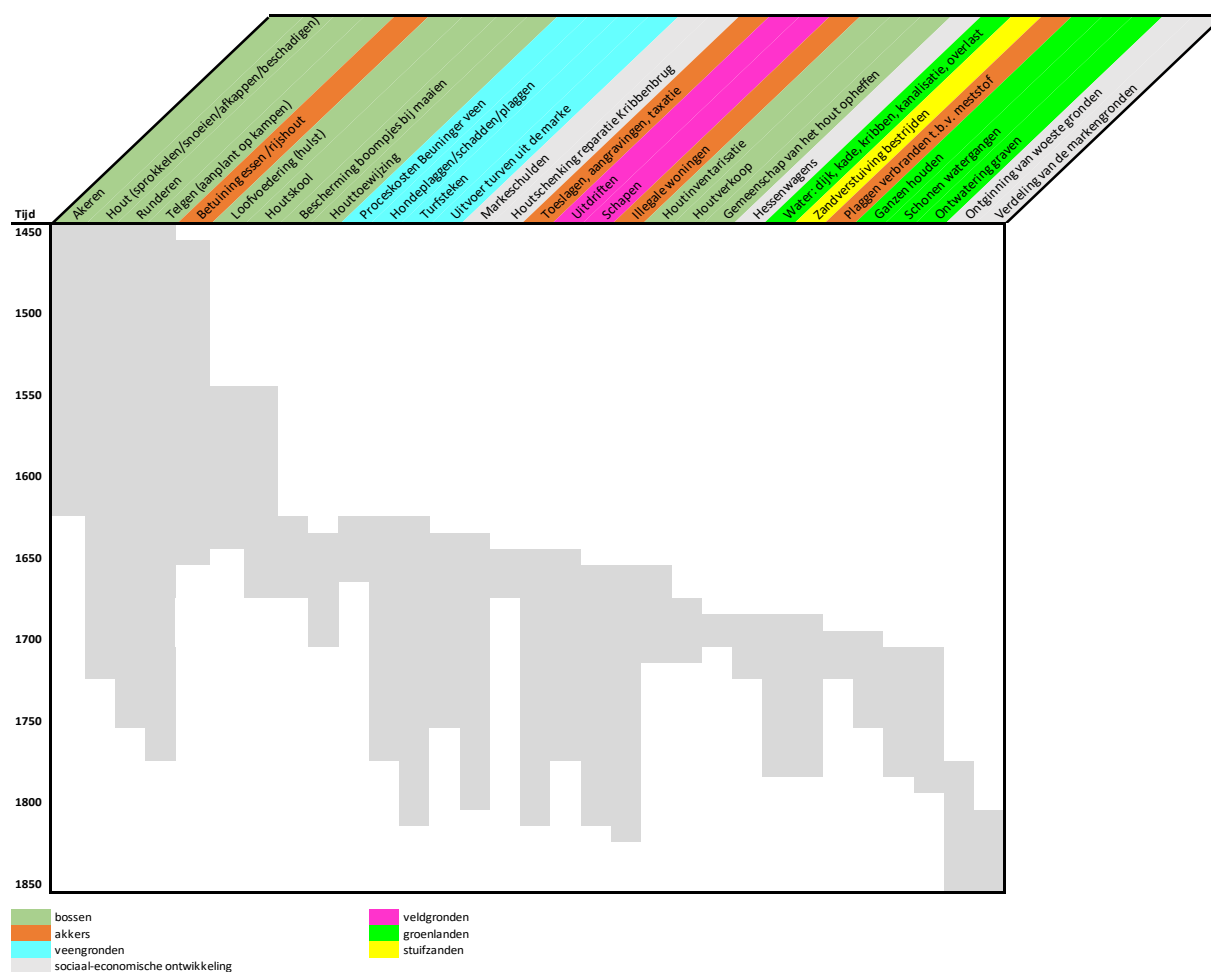
889 Koop & Smeenge, 2016, De Lutte: inleiding, p. 9-13; 333-346.

890 Koop & Smeenge, 2016, Beuningen, p. 43; De Lutte, p. 44, 52, 56, 82, 85, 248; Geïntegreerde TaalBank, MNW Honde, unde.

891 Koop & Smeenge, 2016, Beuningen, p. 44-45.

AD kwamen *schadden* aan de orde in De Lutte.⁸⁹² Dit zijn brandplaggen, die vermoedelijk net als hondeplaggen in moerige gebieden werden gestoken.⁸⁹³ In 1715 AD werden er vanuit De Lutte turf en zwarte plaggen buiten de marke verhandeld. Vanwege de schaarste aan brandstof werd in 1718 AD als straf een wagen en meubels in beslag genomen.⁸⁹⁴

Moerige plaggen werden in 1752 AD in Berghuizen gebruikt als brandstof, maar ook voor bemesting van het land. Dit was niet toegestaan en er stond een boete op van 5 goudgulden.⁸⁹⁵ Maaiplaggen werden uit het veen gehaald, maar doordat het veen te gronde ging moest men vanaf 1749 AD uitwijken naar strooiplaggen, die op de zandgronden werden gestoken.⁸⁹⁶ Vermoedelijk zijn strooiplaggen gebruikt voor de potstal of mestvaalt. We kunnen vaststellen dat tussen 1630 en 1750 AD een groot veenareaal is verdwenen dat zich oorspronkelijk uitstreckte in de meest oostelijke Pleistocene paleogeulen van het Dinkelsysteem (paragraaf 3.3).



Figuur 6.17. Overzichtstabel van verschillende soorten gebruikskonflikten in de marken Beuningen en De Lutte (circa 1450–1850 AD), gecategoriseerd naar landschapseenheden. De grijze balken representeren de tijdsperiode waarop het type gebruikskonflikt in de markeboeken worden beschreven. Vanaf 1630 AD vond een intensivering van het gemeenschappelijke grondgebruik plaats, waardoor steeds meer delen van de markegronden overbelast raakten, met conflicten tot gevolg.

Een derde proces dat uit de markeboeken is op te maken, is een naijleffect van de Tachtigjarige oorlog, want vanaf 1638 AD kwamen de markeschulden ter sprake. Deze schulden werden ingelost door graasrechten (uitdrijven), ongecultiveerde gronden (toeslagen) en het resterende gemeenschappelijke bos te verkopen. De cultuurgraslanden die in de 17^{de} eeuw uit de ontgonnen rijke loofbossen zijn ontstaan, werden ingericht met een relatief complexe waterhuishouding. Het watersysteem van de Dinkel werd al ruim voor de 19^{de}-eeuwse markedelingen sterk beïnvloed

892 Koop & Smeenge, 2016, De Lutte, p. 85, 96, 97, 102.

893 Schönfeld, 1950, p. 86.

894 Koop & Smeenge, 2016, De Lutte, p. 203-204.

895 Koop & Smeenge, 2016, Berghuizen, p. 118.

896 Koop & Smeenge, 2016, Beuningen, p. 139.

door een de aanleg van kribben, dijken en uitvoering van schoningswerkzaamheden.⁸⁹⁷ Buiten de oude middeleeuwse buurschappen zoals de Mekkelhorst ontstonden in afgelegen gebieden individuele ontginningen, waar een of enkele boerderijen werden gesticht. Hoe dit in zijn werk ging blijkt uit het Lutter markeboek, waar in 1553 AD een uitspraak bij het holtgericht werd gevraagd over het omwallen van een te ontginnen stuk land. Men vroeg zich af of de wal op zijn eigen land of het ernaast gelegen land moest worden opgeworpen, waarna werd uitgesproken dat de wal drie voet uit de scheiding moest blijven.⁸⁹⁸



Figuur 6.18. Vrijwel identieke kleur, textuur- en leemgehaltes van de veronderstelde winlocatie X:266064/Y:286384 in het Dinkeldal (bovenste boorkop met strooisel-, humus-, en moedermateriaal) en het bruine plaggendek van onderzoekslocatie Braakman kamp.

Het markeboek van Beuningen bevat verder nog een beschrijving uit 1792 AD van verscheidende nieuwe gronden die zijn ontgonnen en met wallen omgrend, waaronder twee bij de Strootmeijers (Stroothuizen).⁸⁹⁹ In deze periode begon de marke zijn grip op het gebruik van de gemeenschappelijke gronden te verliezen. Normaliter werden illegale veldontginningen met de grond gelijk gemaakt,

maar in 1798 AD werden ze door de gebruiker gewoon weer opnieuw omweld. Daarom werd het besluit genomen om voor de oudere ontginningen een register voor ontgonnen gronden aan te leggen. Alleen ontginningen jonger dan 1 jaar en 6 weken werden ongedaan gemaakt.⁹⁰⁰ Het zijn aanwijzingen dat de individuele bouwlandkampen voor een belangrijk deel waarschijnlijk pas na de middeleeuwen zijn ontstaan en er vooral vanaf het eind van de 18^{de} eeuw sterk werd uitgebreid. In dat opzicht is het niet wonderlijk dat de plaggendekken op deze kampen beduidend dunner zijn dan die op de veel eerder ontgonnen essen en bouwlandkampen in de meer centrale delen van de genoemde marken.

Vanuit het markeboek van Beuningen zijn ook aanwijzingen voor het steken van beekdalplaggen. Het plaggensteken langs de Dinkel was zo intensief, dat er erosie langs de oevers plaatsvond. In 1716 AD is besloten dat iedereen bij het plaggenmaaien zes passen van de oever moest blijven.⁹⁰¹ Tijdens het booronderzoek op locatie Braakman Kamp ontstond de verwachting dat het bruine plaggendek wel eens uit het aangrenzende Dinkeldal kon zijn gewonnen. Het moedermateriaal van een boring in het aangrenzende Dinkeldal (De Riest) toont een klaarblijkelijk overeenkomstige kleur, textuur- en leemgehalte (fig. 6.18).

Als vierde is uit de markeboeken op te maken dat het landgebruik aan het einde van de 17^{de} eeuw zo intensief werd dat zowel de vegetatie als de bodems in het Lutterzand degradeerden en gingen verstuiwen (fig. 6.17). In hoofdstuk 7 wordt hier verdere aandacht aan besteed.

6.4. Synthese en conclusies

Het landschap voorafgaand aan de intensieve plaggenlandbouw

De oudste plaggenbodems zijn aangetroffen in de oudste bewoningsgebieden, de circa 30 hectare grote Pleistocene rivierduinen in de Mekkelhorst. Het moedermateriaal is rijk aan fosfor, vermoedelijk afkomstig uit verspoelde Tertiaire afzettingen in het stroomgebied. De grootste zandeilanden in het stroomgebied van de Dinkel waren vermoedelijke voorkeurslocaties om de vroeg-middeleeuwse nederzettingen te stichten. Het waren ook de meest eenvoudig te ontsluiten gebieden, gezien de aard van het grootgrondbezit en samenhangend interregionaal routenetwerk, zoals in hoofdstuk 2 is besproken. Binnen deze oude bewoningsgebieden zijn de oudste aanwijzingen voor akkers de fossiele cultuurlagen onder het plaggendek. Deze zijn waarschijnlijk in de volle middeleeuwen begraven. Deze tijdsperiode sluit daarmee aan op de ouderdom van zowel het toponiem als het grootgrondbezit in de Mekkelhorst.

⁸⁹⁷ Koop & Smeenge, 2016, Beuningen, p. 88, 89, 125, 143.

⁸⁹⁸ Koop & Smeenge, 2016, De Lutte, p. 358.

⁸⁹⁹ Koop & Smeenge, 2016, Beuningen, p. 155-156.

⁹⁰⁰ Koop & Smeenge, 2016, Beuningen, p. 163.

⁹⁰¹ Koop & Smeenge, 2016, Beuningen, p. 121.

In de volle middeleeuwen raakte de nutriëntenhuishouding van de fossiele cultuurlaag verstoord. Er was nog ruim voldoende fosfor voor de plant beschikbaar, maar kalium- en stikstoflimitatie wijzen desondanks op een gebrekkige bodemvruchtbaarheid. Het organisch-stofgehalte was ook erg laag (1,9-2,8%) en de bodem verzuurd. Uit de pollensamenstelling blijkt dat men de Mekkelhorsteres probeerde te herstellen door akkerbouw af te wisselen met braaklegging met beweiding. Locatie Braakman kamp is vermoedelijk in de 13^{de} eeuw ontgonnen uit een beuken-eikenbos, waarin ook nog linde en iep voorkwam. Mogelijk werd een deel van het Dinkeldal ook ontgonnen, want er is een aantal soorten kenmerkend voor het wisselvochtige vogelkers-essenbos. Op de akker werden in ieder geval rogge en andere gecultiveerde grassen verbouwd.

Het landschap tijdens de transitie van strooisel naar plaggenlandbouw

De stikstof- en kaliumlimitatie en de verzuring van de akkers op de Mekkelhorsteres werd via de bemesting van strooisel of organische plaggen in de 13^{de} eeuw opgelost. De standaarddeviatie van 44 jaar wijst op homogeniteit van deze laag. Daarnaast bevat de laag een opvallend hoog organisch-stofgehalte in vergelijking met de fossiele cultuurlaag en het bovenliggende bruine plaggendek. Vanuit historische bronnen zijn er aanwijzingen voor een boslandbouwsysteem in deze periode, maar ontbreken conflicten over strooiselwinning, een bekend fenomeen elders. Het pollen van egelskop, de toename van cypergrassen en varens wijzen op een herkomst uit bossen en moerassen. Uit de latere historische beschrijvingen weten we dat modder uit sloten voor de bemesting werd gebruikt. Aangezien de Mekkelhorsteres aan een paleogeul van de Dinkel ligt en tijdens het veldonderzoek veenbodems zijn aangetroffen, lijkt dit een logische verklaring.

Strooisel of dunne organische plaggenlagen zijn alleen op de locatie Mekkelhorsteres waargenomen. Ze zijn vermoedelijk elders door bodembewerking in het bruine plaggendek opgegaan. Wanneer elk profiel aan een bodem-micromorfologisch onderzoek was onderworpen, zou er mogelijk een ruimtelijk beeld over deze overgangsfase kunnen worden gereconstrueerd.

Vanuit de pollensamenstelling zijn er aanwijzingen voor het dwergbiezenverbond. Aangenomen is dat deze zijn ontstaan door een afwisseling van akkerbouw en braaklegging, waarin beweiding plaatsvond. Een herkomst uit de wingebieden lijkt vanuit het hoge organisch-stofgehalte niet waarschijnlijk in deze fase. Het ging vermoedelijk om een strikt lokaal fenomeen.

Het landschap tijdens de plaggenlandbouw

Het gebied waar een bruin zandhoudend plaggendek aanwezig is, valt samen met oude buurschapsgrenzen. Het grootste areaal bevindt zich op de Pleistocene rivierduinen van de Mekkelhorst, Berghum en de es van Riekeman. Dit areaal ligt binnen een landweer die om de Mekkelhorsteres, kamp van Braakman en Berghumeres ligt. De bruine plaggendekken op de es van Riekeman en kleinere kamptongingen, waaronder de Veldmaten, liggen binnen een soort tweede “linie” en wordt de Beuninger landweer genoemd. We kunnen hieruit afleiden dat deze cultuurgronden binnen de oude buurschapsterritoria lagen. Het geeft echter geen enkele aanwijzing voor een vergelijkbare ouderdom. Het bruine zandhoudende plaggendek op de Mekkelhorsteres, waar tevens de oudste erven liggen, blijkt in de overgang van de 13^{de} tot 14^{de} eeuw te zijn aangelegd. Braakman kamp heeft in de overgang tussen de 15^{de} en 16^{de} eeuw een bruin plaggendek gekregen. Het voorkomen van een bruin plaggendek valt grotendeels samen met oude middeleeuwse bewoningsgebieden. Vanaf de 17^{de} eeuw ontbreken aanwijzingen voor bruine plaggendekken en stapte men over op de aanleg van zwarte plaggendekken. In deze periode werden de bestaande plaggenbodems ruimtelijk uitgebouwd door zwarte plaggen op het natuurlijke bodemprofiel te storten. In de meer perifere kamptongingen werd vanaf het midden van de 17^{de} eeuw het oorspronkelijke maaiveld omgespit of werden zwarte plaggen op het maaiveld gestort. Alle stratigrafische dateringen wijzen erop dat ophoging met plaggen vanaf het midden van de 17^{de} eeuw een vlucht neemt en bestaat uit zwarte plaggendekken. Dit valt exact samen met de sterke bevolkingsgroei en aantrekkende handel vanaf de 80-jarige oorlog. De plaggenbodems op “puur” stuifzand illustreren dat door de introductie van de plaggenlandbouw het natuurlijke milieu van onderschikt belang werd. Wanneer het occupatiepatroon bij de analyse van de ouderdom van de plaggenlandbouw wordt meegenomen, zijn er aanwijzingen voor een genuanceerde ontwikkeling. In de middeleeuwse bewoningsgebieden zijn plaggenbodems van 90 cm dik in ongeveer 500 jaar opgebouwd (gemiddeld 3,6 mm per jaar). In jonge bewoningsgebieden (kamptongingen) zijn de plaggendekken 60 cm dik en in ongeveer 250 jaar ontstaan (gemiddeld 2,4 mm per jaar). Dit sluit aan bij de conclusies van Spek. De zandhoudende plaggendekken in de oude buurschappen zijn echter vermoedelijk 250 jaar ouder dan Spek verwachtte. In de jonge buurschappen komt het beeld wel exact overeen met Spek zijn analyse.

Het onderscheid tussen bruine en zwarte plaggendekken was tijdens dit paleoecologisch onderzoek minder duidelijk dan eerdere onderzoekers elders aantroffen. Het bruine plaggendek bevatte resten van soorten van de lokaal

voorkomende klasse van de akkergemeenschappen (30), het dwergbiezenverbond (klasse 28) en de weegbreekklasse (12). In de omgeving van de akkers zijn aanwijzingen voor het voorkomen van soorten uit de klasse van de droge graslanden op zandgrond (14), klasse van de matig voedselrijke graslanden (16) en de klasse van de natte strooiselruigten (32). Het ontbreken van waterplantentaxa kan een gevolg zijn van het in cultuur brengen van de groenlanden, waardoor er geen plaggen meer in de Pleistocene Mekkelhorstgeul werden gestoken. Schriftelijke bronnen en bodemkenmerken geven echter aanwijzingen dat de bruine plaggen uit het Dinkeldal kwamen.

Vanaf het midden van de 17^{de} eeuw waren er ingrijpende landschappelijke gebeurtenissen. De escomplexen werden ruimtelijk uitgebouwd of aangrenzende zandruggen voorzien van een zwart plaggendek (onder andere Klöpkeshoes kamp). Op voorheen onbewoonde gebieden ontstonden kampongginningen. Hiervoor is een aantal oorzaken aan te wijzen:

- de bevolking was sterk gegroeid en binnen de oude buurschappen was onvoldoende ruimte voor verdere “indikking”;
- de houtvraag nam toe, waardoor de laatste boswildernissen werden gekapt, zoals het Sombroek;
- de brandstofvraag groeide, waardoor de grote veenarealen in het oostelijk deel van het studiegebied werden ontgonnen;
- door ontginning en de aanleg van een ingenieus watersysteem ontstonden nieuwe bewoonbare gebieden;
- doordat de natuurlijke veerkracht van het ecosysteem werd doorbroken gingen de droogste terreindelen verstuiven;
- door de introductie van de plaggenlandbouw werd natuurlijke voedselarmoede geen belemmering meer voor vestiging. Er werd zelfs een plaggendek op puur stuifzand aangelegd.

De Veldmaten kamp is ontstaan in de periode dat het Sombroek werd ontgonnen en op de aangrenzende terrasrestrug een kamp werd aangelegd. Deze ontginning komt scherp in de pollendiagrammen naar voren. Deze westflank van het Sombroek bevatte een rijk loofbos met soorten zoals, linde, iep, eik, hazelaar en haagbeuk met de meeste kenmerken van een vogelkers-essenbos (43Aa5). Het Klöpkeshoes kamp lag op een vergelijkbare landschappelijke overgang, maar hier was het lager gelegen Hornven een uitgeveende depressie in een Pleistocene paleogeul van de Dinkel. Vermoedelijk groeiden maakten de vergelijkbare rijke loofboomsoorten hier onderdeel uit van een rijk beuken-eikenbos (42Aa2), gezien de armere standplaatskenmerken.

Zowel bruine als zwarte plaggen bevatten pollen van het dwergbiezenverbond (28Aa). Samen met overige taxa geeft dat aanwijzingen dat deze gemeenschap binnen een afwisseling van vochtige heide (11Aa) en blauwgrasland (16Aa1) voorkwam. Ondanks dat de gemeenschappelijke gronden vanaf het midden van de 17^{de} eeuw voornamelijk heidegronden waren, wil dat niet zeggen dat er zuurdere soorten voorkwamen. Vanuit de landschapsecologische kenmerken bestonden deze markegronden uit een afwisseling van droge en vochtige leemarme, vochtige leemhoudende en (periodiek) grondwatergevoede zand- en (rest)veengronden. De markeboeken ondersteunen de conclusie dat plaggen werden gestoken in een grote variatie aan milieus. Dit betekent dat de opbouw van het cultuurlandschap niet scherp in de pollenneerslag tot uiting komt.

Methodologische slotbeschouwing

Uit deze studie blijkt dat de fysisch-geografische, ecologische en cultuurhistorische ontwikkelingen zelfs binnen het studiegebied divers zijn verlopen. De typologie van Groenewoudt en Scholte Lubberink sluit niet goed aan op dit gebied, omdat de essen kleiner zijn, maar de nederzettingen wel heel oud. Dit is te verklaren aan de hand van de fysisch-geografische opbouw van het studiegebied: grotere, voor akkerbouw geschikte zandruggen, ontbreken. De natuurlijke opbouw van het studiegebied biedt een overzichtelijk geheel om de ontwikkelingen van het occupatiepatroon te kunnen toetsen aan de ontwikkelingen in de bodem en de paleoecologische eigenschappen die daaruit zijn afgeleid. Methodologisch gezien blijkt de OSL-dateringstechniek het meest betrouwbaar voor het dateren van goed door zonlicht gebleekte bodems. De plaggenlagen bleken goed gebleekt door grondbewerking en hadden een standaarddeviatie kleiner dan 50 jaar. De dateringen van het natuurlijke profiel hebben een standaarddeviatie van meer dan 100 jaar als gevolg van incomplete korrelbleking. De bruine bosbodems hebben een OSL-datering uit de ijzertijd en vormen daarmee een heel abrupte overgang met de fossiele cultuurlagen uit de volle tot late middeleeuwen. De fossiele cultuurlaag wordt door Spek beschreven als een overgangslaag tussen de natuurlijke bodem en het plaggendek. Vanuit de standaardafwijking van de OSL-datering blijkt dit ook het geval. Vanwege de grondbewerking bezit deze een betere korrelbleking, maar bevat door het langdurig ploegen zonder ophoging behoorlijk veel contaminatie met het onderliggende natuurlijke profiel. Er is aangenomen dat de jonge kant van de standaarddeviatie het meest recht doet aan ouderdom van fossiele akkerlagen. Een einddatering uit de volle middeleeuwen lijkt daardoor meer aannemelijk dan de vroege middeleeuwen.

Reconstrueren van het landschap valt of staat met de stabiliteit van de dataset. De gegevens uit dit onderzoek wijzen als het onderzoek van Spek op het bestaan van een *paleosol*. Dit betekent dat na bodembegraving door strooisel of plaggen de biologische processen in de bodem snel afnemen. In de onderzochte profielen zijn er geen aanwijzingen voor uitspoeling van mobiele elementen zoals stikstof en kalium naar diepere bodemlagen. Elke bodemlaag heeft eigen chemische kenmerken, die elkaar onderling logisch opvolgen. Er is bekend dat zandbodems gevoelig zijn voor polleninfiltratie. Desondanks is het verschil tussen begraven natuurlijke bodems en het cultuurdek duidelijk zichtbaar en blijkt de pollenzonering vrijwel overeen te komen met de lithostratigrafische opbouw van de bodem. Waar in het veld nog twijfels waren over een verdere detaillering binnen het zwarte plaggendek gaf het palynologisch onderzoek uitsluitend over een gedeeltelijke opname van het fossiele maaiveld de basis van het zwarte plaggendek op de locaties Klöpfeshoes kamp en Veldmaten kamp.

De gebruiksconflicten in de marken, gedetailleerde kartografische gegevens, toponiemen, oude streekbeschrijvingen, een nog grotendeels intacte geomorfologische structuur, intensief booronderzoek en daaruit geselecteerde palynologische gegevens geven een globaal beeld van de ontwikkeling of degradatie van loofbossen, graslanden, akkers, venen en stuifzanden.

